هندسة الطرق العملية

تأليف

وليم داي و حامد القصبي

مفتش الطرق بتنظيم القاهرة — مهندس الطرق بتنظيم القاهرة

الطبعة الأولى

سنة ١٣٤٨ هـ. سنة ١٩٣٠ م.

م. مصر ٧٩٩/٣٠/٢٠٠٠

هندسة الطرق العملية

تأليف

وليم داي
مفتش الطرق بتنظيم القاهرة

و

حامد القصري
مهندس الطرق بتنظيم القاهرة

الطبعة الأولى

سنة ١٣٤٨ هـ. سنة ١٩٣٠ م.

ر. مصر ٧٩٩/٣٠/٢٠٠٠

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

وبه نستعين

وبعد : فهذا أول كتاب عربى فى فن هندسة الطرق نتقدم به إلى أهل هذه اللغة كثمرة من ثمار اطلاعنا وبحثنا وتجربتنا راجين أن يجد فيه الطالب بغيته والباحث كفايته .

وقد عنينا أن يكون موضوع كتابنا عمليا ضاربين المثل بما يجرى فى إنشاء الطرق بمصر من الأعمال وما أثبتت التجارب ضرورة إدخاله عليها من التحسينات فى رصفها وتجميلها ليعم النفع به على الأخص أبناء هذه البلاد العزيزة التى نعمل لخدمتها .

ونحن باشتراكنا معا فى وضع هذا الكتاب على ما بيننا من اختلاف فى الوطن والدين والجنس وغير ذلك من الاعتبارات إنما نؤيد من جديد حقيقة ثابتة هى أن العلم لا وطن له وأن الفوارق مهما كان نوعها لا تحول دون تضافر العاملين فى سبيله والساعين لنشره .

هدانا الله ونفع بكتابنا على قدر ما بذلنا فيه من جهد . إنه سميع مجيب .

وبليم داى و حامد القصبى

مارس سنة ١٩٣٠

نبذة عن نشأة الطرق وتطورها

من المحتمل أن تكون الطرق قد بدأت مناهج تركتها آثار أقدام الإنسان الأول فى سعيه للاجتماع ببنى جنسه. ولا بد أن تكون قد نشأت قريبا من الآبار وعيون المياه ومواردها حيث يروح الناس ويغدون إليها من منازلهم للسقاية مرات عدة فى كل يوم.

وتبعا لانتشار العمران وتقدم التجارة فى البلاد والقرى اطردت مذاهب الناس فى الأرض فساروا عليها بأنفسهم وبدوابهم. وبطبيعة ما هم فيه من بساطة لم يراعوا فى إنشاء تلك الطرق إلا أن تكون بعيدة عن المستنقعات والقفار فكثر التواؤها وطالت مسافتها واشتد عناء سالكيها.

ولما اهتدى الناس إلى استخدام العجلات والمركبات اضطرهم ذلك إلى تحسين الطرق ودخل ذلك التحسين فى أطوار متعاقبة بعناية المفكرين وبحثهم حتى وصلت إلى ما وصلت إليه الآن من سعة وحسن تمهيد وجمال تنسيق خففت متاعب السير فيها وأمكن للسائرين والراكبين أن يقتصدوا فى الوقت. والوقت — كما نعلم — من ذهب.

وقد سجل التاريخ فى أقدم صفحاته إنشاء طريق أهرامات الجيزة منذ خمسة آلاف سنة ؛ كذلك فأن من أقدم الطرق التى عرفت فى التاريخ الطريق الملكى الذى كان يبتدىء من بلدة (إيفوثص) بآسيا الصغرى ممتداً إلى حيث العراق الحديث مارا بالبلاد المتوسطة بين نهايتيه منحرفا لها عن سمته المستقيم مخترقا ما يعترضه من المجارى والأنهر على

جسور (كبارى) مبنية ذات عقود وعلى قوارب مشدودة تقوم مقام الجسور . وكانت الخيل والعجلات تسير على هذا الطريق بسهولة .

ولعل أول مدينة رصفت شوارعها بمربعات (ترابيع) الأحجار الجيرية هى مدينة (بابيلون) حوالى سنة ٦٠٠ قبل الميلاد . وكان العامل الأول فى ذلك هو شدة الحركة التجاريه وازدحام الناس لها .

وفى شمال أفريقيا نشأت الطرق تلك النشأة التى تكلمنا عنها آنفا وكان من بينها طريق يقطع المسافة بين السودان ومصر ماراً ببعض الواحات يسمى درب الأربعين إذ كان السالك فيه يحتاج إلى أربعين يوما لقطعه سيراً على الأقدام . وكان ذلك الطريق مستعملا لتجارة الرقيق واستخدمت فيه فى بعض الأزمان وسائل النقل بالعجلات ثم تفرعت منه فى الصحراء اللوبية جملة طرق صغيرة عند مافكر الفرس فى تسيير جيش من الواحة الخارجة إلى واحة سيوه .

وكانت الحروب والغزوات من أهم ما ساعد على تحسين الطرق وانتشارها لأنه كان لابد لكل أمة ترغب فى الاستيلاء على بلاد أمة أخرى من أن تختار الطرق وتعبدها . وكانت الانتصارات تبعث على التفنن فى ذلك حتى أن الفرس مثلا بعد ما أخضعوا بلاد آسيا الصغرى استعانوا بالطرق وبوسائل عبور البحر على امتلاك بلاد اليونان .

وقد بدت فائدة الطرق فى الأغراض الحربية بجلاء ووضوح عند ماغزت الامبراطورية الرومانية الكبيرة بلاد الغال وبريطانيا واحتاجت فى سبيل الانتصار والاحتفاظ بالتسلط عليهما إلى قوات حربية كثيرة العدد والعدد لم يكن ميسورا لها فى ذلك الحين تدبيرها فلجأت إلى إقامة

المعاقل والحصون فى أماكن متوسطة ووصلت بينها بالطرق مكتفية بذلك عن جيوش تحتل البلاد وتقيم فيها .

وكانت غالبية الطرق تقام فى خطوط مستقيمة مخترقة كل ما يعترضها من تلال وأودية وعوائق أخرى . وكانت هذه الطرق حتى فى نشأتها الأولى بحالة جيدة جعلتها صالحة لأن تكون أساساً للرصف الحديث بكثير من أهم طرق أوروبا .

وفى التاريخ القريب نجد « نابوليون بونابرت » حاكم أوروبا مدينا بانتصاراته الحربية العظيمة لشبكة الطرق المنشأة فى فرنسا والتى مكنته من أن يدفع بجيوشه شرقا وغربا وجنوبا فى أقل زمن ممكن . وقد بلغ من اعتبار هذه الطرق أن الحكومة الفرنسية كانت تتعهدها وتقوم على صيانتها بنفسها .

وعند ما ظهرت السكك الحديدية وقل استعمال وسائل النقل الأخرى التى كانت هى الباعث المهم على إنشاء الطرق ضعف الأهتمام بصيانتها وأهملت فى كل الممالك تقريبا ماعدا فرنسا التى ظلت تحافظ عليها بنفس العناية القديمة .

وفى أواخر القرن التاسع عشر استردت الطرق مالها من شأن عظيم على يد السيارات التى اقتضت سرعتها وأحمالها الثقيلة أن تنشأ الطرق المستوية القوية الاحتمال . وتلك الضرورة الطارئة لا تزال تضع أمام مهندسى الطرق مسائل تحتاج إلى حل بعد حل . ومع أنه لم تخل كل حالة راهنة من طمأنينة فأن الترقى المستمر لا يزال يبعث بسؤال بعد آخر

ولا يزال أمام المهندسين واجب يتجدد على مدى الأيام حتى يصلوا إلى حل كامل تتفق عليه الآراء ويكون هو نموذج الكمال .

وإلى أن نصل إلى ذلك الحل الأخير نستطيع أن نثبت نظرية اتفق عليها الجميع وهي أن خير الطرق هو ما كانت جزيئات مواده التي يرصف بها صغيرة الأحجام وبذلك أصبحت المربعات (الترابيع) الحجرية التي ترصف بها بعض الطرق الآن بأبعاد لا تزيد عن ٢٠ سم × ١٢ سم مع أن القديم منها الذي استعمل في رصف مدينة (بابيلون) كانت لا تقل مساحة القطعة فيه عن متر مسطح ، ثم تدرجت فكرة استخدام الأحجام الصغيرة في إنشاء الطرق حتى أدت إلى أنواع الرصف بالزلط ثم خرسانة الأسمنت ثم الأسفلت .

وإذا تتبعنا تطور الطرق ووسائل إنشائها في السنوات الأخيرة ظهر لنا أن للمسائل الآتية الاعتبار الأول في إنشاء الطريق : —

(١) يجب أن يكون أساس الطريق متينا ليقاوم حركة المرور ويوقف الاهتزازات التي تحدثها سيارات النقل الثقيلة .

(٢) يجب حفظاً لسلامة الطريق أن يكون سطحه متماسكا قليل الانزلاق .

ومضافاً إلى هذه الاعتبارات يجب أن يكون الرصف معتدل النفقات .

انشاء الطرق

CONSTRUCTION OF ROADS.

الطرق — كما قدمنا — هى المسالك التى تقع بين المساكن وفى الأسواق وغيرها ليمر فيها الناس فى رواحهم وغدوهم من منازلهم ومتاجرهم وإليها .

وقد نشأت الطرق فى كل عصر بالحالة التى كانت تتفق مع الأغراض المخصصة لها . ولهذا بدأت ضيقة على قدر ما وسعت السائرين فيها على الأقدام ثم أخذت تتسع شيئا فشيئا حيث استعملت لمرور الدواب فالعربات فالسيارات إلى أن وصلت إلى ما نشاهده الآن من سعة .

وقد أصبح من أهم ما يحتاج للرعاية تقسيم الأراضى الفضاء المتصلة بمدينة أو قرية تقسيما يترك طرقها واسعة لتحتمل أى نوع من أنواع حركة المرور الدائمة التطور . ولضمان الوصول إلى ذلك يجب أن تشرف البلديات على مثل هذا التقسيم لتتفادى ما ينتظر أن يطالبها به المستقبل من إنفاق إذا هى تركت الأفراد والشركات يتصرفون فى تقسيم أراضيهم بما تدعو إليه أطماعهم فلا يحسبون للطرق حسابا ويكون مصيرها بعد أن تستولى البلدية عليها أن تهدم مبانيها من جانب واحد أو جانبين وتنزع ملكيتها من أصحابها لتدخل فى التوسيع المطلوب . ومثل هذا العمل يتطلب نفقات باهظة تحملها الخزانة ولا يصح الالتجاء إليه إلا عند الضرورة القصوى التى لا يمكن فيها تدارك التوسيع على حساب تضييق

الأرصفة مثلا أو إنشاء طريق مواز للطريق المرغوب فى اتساعه بأرض تكون خلاء أو حيث توجد مساكن وأكواخ حقيرة يكون من المفيد التخلص منها استكمالا لجمال المدينة .

ونحن نرى فيما تدفعه الحكومة المصرية سنويا من النفقات الطائلة فى نزع الملكية لتوسيع الطرق باعثا يحمل على اتجاه النظر دائما إلى الأراضى الخالية من المبانى الواقعة فى حدود المدن للاحتياط فيها للمستقبل باستبقاء الأجزاء اللازمة للطرق بدلا من تركها ليقوم أصحابها ببنائها ثم لا تلبث الظروف أن تدعو إلى نزع ملكيتها أرضا وبناء .

ولهذه الأسباب نعتقد أن وزارة الأشغال المصرية ومصلحة تنظيم القاهرة كانتا حريصتين كل الحرص على أموال الدولة بتوسيع شارع الهرم من الآن قبل أن تقام على جانبيه العمارات الضخمة وقبل أن يأتى الوقت القريب الذى تتضح فيه أهمية توسيعه فتتكلف الحكومة العناء والانفاق وتتهم بقصر النظر فى الوقت ذاته .

ويلاحظ فى تقدير الاتساع اللازم للطريق فى المدينة أن تكون الأرصفة بحيث تكفى لحركة السير بالأقدام فضلا عن وجود الأشجار عليها وأعمدة الترام إذا رؤى ضرورة مرور الترام بالطريق وكذلك مصابيح الأنارة وأعمدة التليفون وغيرها . ويكون نهر الشارع (Chaussé) من الاتساع بحيث تسير فيه صفوف السيارات بالعدد المقرر لها من غير مزاحمة على اعتبار أن كل صف من السيارات يلزمه سعة مقدارها ٢٫٢٥ مترا .

فاذا لم يكن هناك بد ـ لاستيفاء العرض المطلوب ـ من نزع الملكية

على ما ذكرناه آنفا فيتم ذلك برفع الأجزاء من المساكن التى تقع خارج خط التنظيم الجديد المقرر بواسطة (التيودوليت) ورسمها على الخرائط — ومجال تفصيل ذلك فى كتب المساحة — ثم يعطى لكل عقار نمرة خاصة ويقدر مجلس التثمين قيمة أرضه وبنائه ويفاوض فى ذلك صاحب العقار بعد التأكد من ملكيته له بمراجعة مستنداته. وبعد أن تتم عملية المساومة توقع عقود المبايعة بين الطرفين وتستولى البلدية على العقارات وتستخلص منها الأبواب والشبابيك والأخشاب والحدايد وكل ما يمكن الانتفاع به وتعرض فى مزاد علنى وتباع لصاحب العطاء الأعلى. وفى النهاية تهدم المبانى وتباع أنقاضها ثم تسوى الأرض بمنسوب الطريق وتدخل فيه لترصف بأحدى الطرق التى سنتولى تفصيلها فيما يلى من الفصول ملاحظين فى ترتيبها أن تكون الأولوية للأكثر استعمالا منها.

الرصف بالزلط

(MACADAM ROADS)

كـكل شيء خاضع لنظام التطور طبقا لمقتضيات الأحوال تدرجت وسائل الرصف بالزلط من حالة إلى أخرى تبعا لاطراد حركة التجارة واختلاف طرق النقل فبدأت فى أبسط أشكالها حيث كانت الأحجار (الدبش) تلقى طبقة واحدة فى المناهج والطرق وتترك لتقوم حركة المرور العادية بمهمة دكها وتثبيتها .

وبعد زمن استخدمت لهذا الغرض الماكينات الهراسة «Rollers» ذات الأثقال الكبيرة والعجلات العريضة حيث كانت تجرها الخيول فى بادىء الأمر ثم أصبحت تدار بالبخار والبترول فيما بعد .

وأخيرا دلت التجارب على فائدة وضع طبقة من الزلط فوق الأحجار الجيرية المدكوكة لتكون سطحا للطريق أكثر تماسكا وأقل تعرضا للتلف . وقد سمى الرصف بهذه الطريقة (المكادام) نسبة الى رجل اسمه (Macadam) لأنه هو الذى هدى الناس إلى استعمالها .

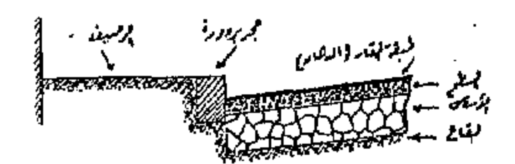
ولما كثر استعمال السيارات الضخمة فى النقل بدأ التفكير فى وقاية طبقة الزلط بوضع المواد التى تمنع تسرب المياه الى قاعها وإثارة الأتربة منها .

وعلى هذا أصبحت دراسة موضوع الطرق المرصوفة بالزلط تقع تحت رؤوس المسائل الآتية : —

(١) أساس الطريق (Foundation)

(٢) سطح الطريق (Surface)

(٣) وقاية سطح الطريق (Surface Treatment)



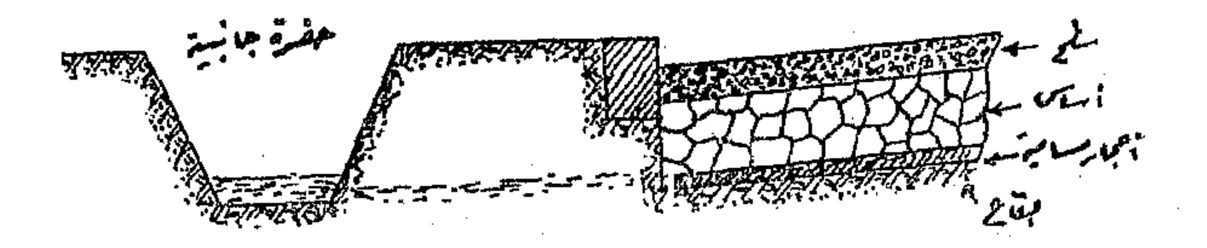
أساس الطريق

أهم مايلاحظ عند الشروع فى وضع أساس الطريق أن تكون طبقة القاع (الفرش) (Bed) قوية جافة ليبقى الأساس ثابتاً غير مزعزع .

وفى مثل القطر المصرى حيث ينخفض منسوب مياه الرشح عن مناسيب الطرق التى تكون عادة مرتفعة عن الأراضى الزراعية لاتوجد أى صعوبة فى العثور على قاع جاف تقام عليه الأسس باطمئنان .

وحيث تكون الحاجة ماسة فى بعض الأحيان إلى إنشاء الطرق فى أماكن تفيض مياه رشحها عليها فأن التفكير فى تصريف هذه المياه يكون هو الخطوة الأولى العملية قبل وضع الأساس .

وقديما كانت تقام لهذا الغرض حفر جانبية ممتدة بطول الطريق لتتجمع فيها الميـاه الزائدة بحيث تمر خلال السطح والأساس إلى طبقة مسامية من الأحجار وتسير منها إلى الحفر الجانبية كما يتبين من السكروكى الآتى :—



وبعد أن تعمل الجسات لاختبار طبقات الأرض التي سينشأ عليها الطريق ومعرفة نسبة تشربها بالمياه للاستيثاق من صلاحية القاع يحفر الطريق في شكل خندق (Trench) بالعرض المطلوب بارتفاع طبقات الأحجار التي ستلقى فيه . وتقوم جوانب هذا الخندق مقام الجدران الساندة (Abutments) للأحجار حيث تمنعها من الحركة الجانبية تحت تأثير فعل الماكينات الهراسة . وبعد أن يأخذ القاع شكل الطريق النهائي في ميوله الطولية والعرضية حسب التصميم الموضوع الذي تلاحظ فيه بطبيعة الحال مناسيب أعتاب المنازل وتصريف مياه الأمطار ومناسيب الشوارع والطرق المتفرعة منه والمتقاطعة معه تفرش في الخندق المحفور طبقة الأحجار الجيرية (الكلسية) (Limestones) القوية التي تتراوح أبعادها بين ١٥ سم و ٢٠ سم والتي لا تلين بوضعها في الماء حتى لا يتعرض الطريق للهبوط إذا ما انفجرت أنابيب المياه تحته كما يحدث غالبا . وقبل أن تسير الماكينات الهراسة على هذه الأحجار لدكها تكسر الأجزاء الناتئة منها بالقادوم أو الفاس ليكون سطحها أكثر استواء ولتجد الماكينة الهراسة سهولة في سيرها عليها وليصل أثر حركتها إلى كل أجزاء الطريق

والماكينات التي تستخدم لدك أحجار الأساس كما تستعمل لتمهيد طبقة القاع قبل وضع تلك الأحجار عليها تكون ذات ثلاث عجلات

وتزن الواحدة منها ١٥ طناً ويجب أن تسير بسرعة بطيئة أو متوسطة على الأكثر حتى تعطى الفرصة لكل جزء من أجزاء الأحجار للالتحام بما يجاوره . وتدوم هذه الحركة حتى تثبت الأحجار فى مكانها تحت العجلات ولا تتجه أى اتجاه وبذلك تصبح كأنها كتلة واحدة .

وإذا ظهرت أثناء عملية الدك انخفاضات (Depressions) فى بعض أجزاء الطريق تضاف إليها أحجار أخرى لتمر عليها الماكينة وتدكها وكذلك يملأ الفراغ بين الأحجار وبعضها بالأجزاء الصغيرة المكسورة منها (الدقشوم) (Chippings) حتى لا تنتهى الماكينة من عملها إلا وقد تشكلت طبقة الأساس بشكل الطريق وبميوله المصممة .

وبعدئذ يفرش الرمل على الطريق ويسلط عليه الماء ليدفعه فيما قد يكون موجودا من الفراغ بين الأحجار وبذلك تنعدم الحفرات ويكون السطح منبسطا .

وعند ما تضغط الأحجار بالماكينة الهراسة يقل سمكها ويختلف ذلك باختلاف متانتها وحجمها . فالأحجار اللينة الكبيرة الحجم يقل ارتفاع الطبقة المضغوطة منها من ٢٥ سم إلى ١٥ سم فى حين أن الأحجار الصلبة الصغيرة الحجم ينقص سمكها تحت الضغط من ٢٥ سم إلى ٢٠ سم فقط .

وفى القطر المصرى حيث الأحجار الجيرية أقرب إلى الليونة يجب أن توضع مادة واقية فوق طبقة الأساس المكون منها إذا رؤى لسبب من الأسباب استعمال الطريق للمرور لأى فترة ولو قصيرة من الزمن قبل وضع الزلط الذى يتكون منه السطح النهائى للطريق حتى لا تعمل

حركة المرور المؤقتة على تفكك أحجار الأساس وإثارة الأتربة منها .

والقطران (Tar) والقار (Bitumen) لا تفيد كمواد للوقاية السالفة الذكر إلا إذا كان نوع الأحجار الجيرية تحتها قويا وصلبا. أما سليكات الصودا (Silicate of Soda) والمكادامايت (Macadamite) فأنها أكثر صلاحية لهذا الغرض مهما كانت درجة احتمال الأحجار الجيرية .

وتستخدم سليكات الصودا بوضعها على المياه التى ترش لتثبيت قطع الأحجار الصغيرة (النقارة) فى الفراغ الكائن بين الأحجار الرئيسية . وبعد أن تتشرب هذه الأحجار مادة السليكات يصبح عنصر الصودا عاملا من عوامل تماسكها .

وطريقة استخدام المكادامايت لا تختلف عنها فى سليكات الصودا. وهى تأتى بنفس النتيجة مضافاً إليها أنها مانعة لاثارة التراب من الأحجار. وقد كانت هذه المادة كثيرة الاستعمال بنجاح فى طرق القاهرة .

وكلا الطريقتين لا تتطلبان مهمات خاصة عند الأستعمال إذ يكفى خلط المادة المستخدمة منها كما قدمنا بالماء فى عربات الرش العادية لتندفع مع الماء من عيون الرشاشات وتفعل فعلها الكيماوى فى سطح الطريق.

وقديماً كانت تستعمل فى القاهرة كأساس للطريق ترابيع الأحجار الجيرية الصلبة بأبعاد ٢٥ × ٢٥ × ٢٠ سم حيث كانت ترص على قاع الطريق بجانب بعضها على الناشف أو تبنى بالأسمنت لتكون كتلة واحدة متماسكة .

وهذا النوع من الأساس متين جداً ومدة احتماله طويلة للغاية حتى أنه قد تمضى على الطريق المنشأ فوق هذا الأساس عشرات السنين

دون أن تتأثر المربعات (الترابيع) بضعف أو قلق .

وهذه الطريقة فى التأسيس تعرف بطريقة "تلفورد (Telford)" ويمكن الحكم على متانتها بما يشاهد الآن فى ميدان محطة القاهرة وبعض جهات أخرى فى المدينة عند ما يحفر الطريق إلى عمق كبير حيث ترى هذه المربعات متماسكة قوية رغم السنين الطويلة التى مضت عليها .

على أن ثمن هذه المتانة غال جداً لأن الطريقة المذكورة تتكلف كما يتكلف الأساس المبنى من خرسانة الأسمنت (Cement Concrete) بما يوازى ضعف النفقات للأساس العادى من الأحجار الجيرية . ولذلك فأن طريقة (تلفورد) لم تعد صالحة للاستعمال بسبب بهظ تكاليفها .

سطح الطريق

فيما عدا القليل من محاجر حلوان وألماظه والهرم لا توجد فى منطقة القاهرة أحجار جيرية تصلح أن تكون سطحا نهائيا للطريق لأن قوة مقاومتها ضعيفة جداً كما أنها تتلف بتعرضها للجو . وعلى هذا يكاد يكون من القواعد العامة المسلم بها فى القطر المصرى أن الطريق المكادام بالأساس الذى شرحناه آنفا يلزم أن تعلوه طبقة من البازلت (Basalt) أو الزلط الأحمر (Red Stone) نسبة إلى محاجره بالجبل الأحمر بالقرب من القاهرة لتكون هى السطح النهائى للطريق .

وهذان النوعان من الأحجار إذا استخرجا من صميم المحجر لا من الطبقات العليا فيه تكون لهما متانة عظيمة يقاومان بها الأحتكاك الناشىء من الحركة المستمرة . وفوق ذلك فأن نوعها متماسك قليل المسام .

كذلك الجرانيت لا يقل فى مزاياه عن البازلت والزلط الأحمر ولكنه وإياهما كثير النفقات .

وأحجار طبقة السطح المشار إليها يجب أن تمر من عيون غربال سعة ٥سم وتكون غالباً على شكل مكعبات وإن كان ذلك غير ميسور من الوجهة العملية .

ونظراً لأن أحجار البازلت تأخذ فى تكوينها شكل الأصداف لأنها عبارة عن طبقات مستديرة حول الجزء الداخلى فأنها كسطح للطريق تؤدى الغرض بكل نجاح .

وعند البدء فى وضع طبقة سطح الطريق تنشر أحجار البازلت أو الزلط الأحمر على سطح الأساس الجيرى بالسمك المطلوب ثم تمر عليها الماكينة الهراسة لتضغطها . ومن المهم ألا تزيد سرعتها عن خمسة كيلومترات أو ستة فى الساعة لأن زيادة السرعة تستتبع تحرك الزلط أمام العجلات ويترتب على ذلك حدوث تموجات فى سطح الطريق .

ويجب أن يستمر مرور الماكينة الهراسة لدك الزلط حتى يثبت فى مكانه ولا يتحرك تحتها . وأى فشل فى الوصول إلى هذه النتيجة يكون منشؤه أحد أمرين : —

(١) إما عدم صلاحية الأساس لأنه لم يلاحظ فى إنشائه القواعد المذكورة آنفا .

(٢) وإما أن تكون طبقة الزلط سميكة أكثر من اللازم لأن ذلك يمنع وصول تأثير الماكينة الهراسة إلى كل أجزاء طبقة السطح . وعلاج ذلك إذا رؤى أن تكون تلك الطبقة بارتفاع كبير هو أن يوضع الزلط

طبقة بعد أخرى بحيث يتراوح ارتفاع كل طبقة بين ٨ و ١٠ سم . ثم تستخدم الماكينة الهراسة ذات العجلتين أو ثلاث العجلات التى من زنة ١٥ طنا لدك كل طبقة على حدة . وتتبع فى دك الزلط نفس الطريقة التى اتبعت فى دك أحجار الأساس. وفى أثنائها يملأ الفراغ بين الزلط وبعضه بالرمل أو النقارة أو إحدى المواد التى لها خاصية ربط الأحجار ببعضها ثم يرش الماء فوقها وتسير الماكينة الهراسة عليها لتدفعها فى الفراغ المذكور .

والزلط يوضع على الطريق بحيث يميل من محوره إلى كل من جانبيه بنسبة ١ : ٧٠ حتى تنحدر المياه إلى الجوانب وتسير تبعاً للميول الطولية للطريق وتنصرف إلى البالوعات فلا تبقى على سطحه كعامل من عوامل إتلافه وتأكل طبقاته .

وهذه الميول العرضية يمكن أن تكون أقل من النسبة المتقدمة إذا كان سطح الطريق متماسكا قليل المسام .

ويستحسن بعد انتهاء عملية الدك واستعمال الطريق المرور بضعة أيام أن تمر الماكينة الهراسة مرة أخرى على سطحه ويرش الماء فى طريقها ويفرش الرمل أيضاً لملء ما قد ينشأ من الفراغ بين أجزاء السطح بفعل حركة المرور .

ومن المؤكد أن مثل هذا الطريق بعد أن يجف يكون مثاراً للأتربة المتصاعدة من نفس الأحجار المكوّن منها بسبب الاحتكاك المستديم بينها وبين العجلات المارة عليها ويتلو ذلك تفكك الطريق وإيجاد الحفرات وتختلف نسبة ذلك باختلاف نوع الحركة التى تسير فى الطريق .

وللتغلب على هذا العيب لا بد من وضع طبقة واقية للسطح وهو ما سنتكلم عنه فى باب تالٍ . وفيما يلى نشرح كيفية ترميم تلف المكادام .

(أ) ترميم الحفرات الصغيرة بالمكادام : (Repair of Pot holes)

يقطع سطح المكادام عند الجزء التالف منه على شكل صندوق مثل ا ب حـ ى الموضح بالكروكى :



ثم توضع فى هذا الجزء طبقة الأحجار التى تدك إما بالمندالة (Hand Rammer) أو الماكينة الهراسة ويرش فوقها الرمل والماء لملء الفراغ الموجود بين الأحجار .

وقطع الطريق بهذا الشكل المستطيل يمين على تماسك الجزء الجديد منه بالجزء القديم . ويصح أن تستعمل أحجار الزلط المدهونة بالقار (Painted Stones) لهذا الغرض . وسيجىء مفصلا فيما بعد شرح طريقة استعماله .

(ب) ترميم المساحات الكبيرة فى سطح المكادام

(Repair of large Areas of surface) :

فى حالة ترميم المساحات الكبيرة تنزع أحجار الجزء التالف بالأزمة وبعد ذلك تنقى مما يكون عالقا بها من التراب وتغربل لتؤخذ منها الأحجار التى يختلف مقاسها من ٣ إلى ٤ سم لتستخدم مع كمية من الأحجار الجديدة فى عملية إصلاح الطريق اقتصادا فى النفقات من جهة وللاستفادة بأركانها الحادة الناشئة من فعل حركة المرور حيث تساعد على تماسك

الأحجار من جهة أخرى . وبعد ذلك يصير دكهما بنفس الطريقة السابق شرحها فى إصلاح الحفرات بالمكادام .

(حـ) ترميم الخنادق بالطريق : (Repair of Trenches)

تسير طريقة إصلاح الخنادق بالطريق على نفس المنوال المتبع فى إصلاح الحفرات والمساحات الكبيرة بفرق بسيط وهو أنها تصل الى غور الطريق وهذا يدعو الى ضرورة تثبيت ودك طبقتى القاع والأساس قبل تجديد وتثبيت طبقة سطح الطريق .

المواد القارية واستعمالها فى دهان الطرق

(BITUMENOUS MATERIALS)

عندما تتسلط حرارة الجو على الطرق المرصوفة بالزلط وتتبخر كمية المياه التى استخدمت فى ربط المواد المستعملة فى رصف الطريق تثور زوابع التراب الناتج من تزايد احتكاك حركة المرور بسطح الطريق وتفعل فعلها فى مضايقة المارة وإيذائهم .

ولهذا كان من الضرورى أن تستخدم بعض المواد لتغطية سطح الطريق والحيلولة بين أجزائه المتربة وبين الحركة الدائبة فوقها حتى لا تتفكك ولا تحول رمادا يضايق أنفاس الناس ويؤذى عيونهم .

ولقد كانت الصدفة المحضة سببا فى كشف نوع تلك المواد التى تؤدى هذا الغرض الجليل . ذلك أنه بينما كان أحد الفرنسيين يسير فى الطريق الموصل بين بلدتى (سانت چورچ) "Villeneuve-Saint George"

(مونتجرون) "Montgeron" إذ سقط منه إناء كان يحوى مادة القطران حيث غطت سطح المكادام المرصوف به الطريق . وقد حاولت البلدية عبثا إزالة أثر هذا القطران فبقى مدة طويلة دلت على أن الجزء من المكادام الذى تلوث به أصبح أشد احتمالا للحركة مما يجاوره . وقد لاحظ المسيو «جيراردى ليسون» (Girardeau de Luçon) أن خاصية الدهان بالقطران لا تقتصر فقط على إطالة حياة المكادام بل تمنع تصاعد الأتربة منه .

ومن هنا بدأ استخدام القار (Bitumen) كمادة واقية للطريق ومانعة لأثارة التراب . وقد رؤى فيما بعد أن فائدتها لم تقتصر على ذلك فحسب بل أصبحت عنصراً رئيسيا من العناصر العاملة على إطالة عمر الطريق وعمّت فائدتها فى فرنسا سنة ١٩٠١ . وعلى هـذا أصبح القار والقطران وما إليهما من أكبر العوامل الاقتصادية فى إنشاء الطرق وصارت طرق استخدامها فى التغطية موضع دراسة دقيقة وتطورات عدة .

وهذه المواد تستخرج مما يأتى : —

(١) قطران الفحم (Coal Tars)

(٢) منتجات البترول (Petroleum Products)

وقبل أن نعرض لطريقة استعمال هـذه المواد نرى من الفائدة أن نعطى فكرة عن كيفية استخراجها وعن خواصها ومميزاتها :

(١) القطران (Tar)

(ا) قطران فحم غاز الاستصباح (Gas Coal Tar)

هذه المادة تتبقى من تطاير غاز الاستصباح عند تشقق (تقطير) (Distillation) الفحم . وهى تختلف فى نوعها تبعا للمنجم المستخرج منه الفحم

وكذلك تبعاً لدرجة الحرارة التى يحصل عندها التشقق وغير ذلك من الأسباب .

وهى تحتوى فى حالتها (الخام) (Crude) على كمية من الماء والسائل النوشادرى (Ammoniacal Liquor) . ولذلك يستحسن أن يشترط عند شراء هذه المادة خلوها منهما عند تسخينها لدرجة ١١٠ سنتجراد .

وللحصول على قطران أكثر لزوجة (Viscosity) يمكن تسخينه لدرجة حرارة كبيرة لاتتعدى ٢٧٠° سنتجراد حتى لايحصل التفحم (Carbonisation) وتتخلف منتجات غير مطلوبة (عادمة) .

والقطران الذى يسخن إلى هذه الدرجة العالية يتخلف عنه الزفت (البياض) « Pitch » .

وبالنظر إلى أن بعض العناصر الداخلة فى تكوين القطران تذوب فى الماء فأنه عند رش أو غسل الطريق المدهون بهذه المادة تتلاشى العناصر المذكورة من سطح الطريق ولا يحتفظ القطران بتكوينه .

كذلك فأن حرارة الجو فى البلاد الحارة مثل القطر المصرى تعمل على تجفيف القطران بحيث يصبح عديم الفائدة كرباط للطريق .

(ب) قطران الأفران الهوائية « Blast Furnace Tar »

لاتختلف هذه المادة عن قطران فحم غاز الاستصباح إلا فى أنها تحتوى على نسبة كبيرة جداً من الجلخ «Clinker» الذى يمكن إضافته فى بعض الأحيان إلى قطران فحم غاز الاستصباح العادى .

وقطران الأفران الهوائيــة أرخص بكثير من قطران فحم غاز الاستصباح نظرا لمـا يحتوى عليه من الجانخ أو المواد المعدنية العديمة الفائدة .

(٢) منتجات البترول

(أ) القار الطبيعى «Natural Bitumen»

أحسن أنواع هذا القار المعروفة هى : —

(١) قار (أسفلت) بحيرة ترينيداد «Trinidad Lake (Asphalt) Bitumen»

(٢) قار (أسفلت) برمودة «Bermudy (Asphalt) Bitumen»

(٣) قار (أسفلت) سيلينيزا «Silinizza (Asphalt) Bitumen»

وقبـل التكلم عن كل نوع من الأنواع الثلاثة السابقة نرى من الضرورى أن نوضح الفرق بين كلمتى (أسفلت) و (قار) فنقول إن كلمة (أسفلت) تطلق فى أمريكا على منتجات البترول فى حين أن هذه المنتجات تعتبر فى أوربا من ضمن المواد القاريّة . والأسفلت فى أوروبا هو المخلوط الذى يرصف به سطح الطرق ويكون القار عنصرا فيه .

(١) القار الترينيدادى

يستخرج هذا القار من بحيرة فى جزيرة ترينيداد . وكل كمية من القار تؤخذ من قاع هذه البحيرة يملأ الفراغ الحادث من إزالتها بكميات جديدة تندفع من المنابع الأرضية لهذه المادة حتى أن منسوب قاع البحيرة لم يتغير إلا بدرجة بسيطة جدا بالرغم من توالى استخراج القار منها سنوات عدة

وبعد الحصول على هـذا القار من البحيرة يوضع فى أحواض كبيرة تسخن بالبخار المار بها داخل مواسير حلزونية بدرجـة حرارة ٣٥٠° فهرنهايت . وبذلك يتطاير الماء والزيوت الخفيفة وتطفو المواد النباتية على السطح فيسهل لإزالتها وما يتبقى بعد ذلك فى الأحواض يكون هو النموذج للقار الترينيدادى .

ودرجة الغز (الغرز) فى هـذا القار تبلغ نحو خمسة . ولأجل استخدامه فى أعمال الطرق يمكن إلا أنه بإضافة زيت الأسفلت الليّن إليه .

والمادة المعدنية « Mineral Matter » فى تركيب هذا القار تبلغ نحو ٤٤ ٪ وتكون فيه بشكل ذرات دقيقة جدا . وهى عبارة عن مادة طباشيرية (خزفية) فى حالة هلامية (لاتتبلور) « Clay in Colloidal Form »

وهى العامل الوحيد الذى يجعل هذا النوع من القار صالحا للاستعمال فى الأسفلت الناعم والمخلوطات الأخرى الساخنة .

على أن من عيوب هذا القار أنه إذا أريد استخدامه فى دهان الطرق فأنه يسد عيون الرشاشات التى تستعمل لتسليطه على سطح الطريق المرصوف بالمكادام . وقد رؤى لأمكان الاستفادة منه فى هـذا الغرض أن يجهز كمزيج بارد (Emulsion) ويفرش على السطح بواسطة الفرش (Brushers) .

(٢) قار برمودة

يستخرج هـذا القار من إحدى البحيرات . ودرجة نقاوته تبلغ نحو ٩٤ ٪ وهو وإن لم يكن ذا مميزات خاصة مثل القار الترينيدادى

إلا أنه من المواد المفيدة فى أغراض الدهان. وبالنسبة إلى أن القار الزيتى المستخرج من المنابع المصرية يزاحمه فأنه لا يُرى فى الأسواق بهذا القطر إلا نادراً . ودرجة الغز (الغرز) لهذا القار تبلغ نحو ٢٥ .

(٣) قار سيلينيزا

هذا القار طبيعى ويوجد فى إيطاليا . ونظراً لأن استعماله لم يؤد إلى نتيجة مرضية مثل القار الترينيدادى لذلك لم تتسع دائرة انتشاره فيما عدا بعض الجهات بأوروبا . وهو يحتوى على ٨٢½ ./. من القار النقى و١٧½ ./. من المادة المعدنية .

(ب) القار الزيتى

يمكن الحصول على هذا القار بطريقة صناعية لأنه وإن كانت حرارة الأرض الباطنية والضغط الداخلى والعوامل الطبيعية الأخرى تتكفل بتكوين القار الطبيعى فأن شركات الزيوت نجحت فى محاولتها تقليد الطبيعة من هذه الناحية فأخرجت القار الصناعى النقى بدرجة ٩٩./. بواسطة تقطير خامات زيت البترول الأسفلتى وبتغيير درجات الحرارة. وتبعاً لقصر أو طول مدة التقطير أمكن الحصول على عينات مختلفة من القار . وعلى هذا أصبح من الميسور الوصول إلى القار فى أى درجة من درجات الليونة التى تتطلبها حاجة العمل وبذلك أمكن الاستغناء عن إضافة الزيت الملين (Flux) على القار لهذا الغرض .

والمصادر التى يؤخذ منها القار الزيتى كثيرة جداً منها منابع الزيت بغردقة بخليج السويس وهى تغذى القطر المصرى وفلسطين وسوريا

واليونان وبلاد الهند بهذا النوع من القار .

كذلك توجد منابع أخرى فى مكسيكا وكاليفورينا والهند الشرقية الهولندية .

وقد مضى وقت طويل قبل أن يصل الانتفاع بهذا القار درجة الكمال وبقى الحال كذلك إلى أن تحسنت وسائل التقطير فسهلت الاستفادة منه لدرجة عظيمة للغاية .

وقد ساعد رخص هذا القار عن القار الطبيعى على انتشاره وكثرة استعماله فى إنشاءات الطرق حيث يسهل مزجه وتسليطه على السطح بدرجة البرودة المطلوبة .

وقد يبدو هذا المزيج مفيدا فى بعض الطرق دون البعض الآخر كما تدل على ذلك تقارير المهندسين المباشرين لعملياته فى جهات مختلفة . ولذلك فمن الضرورى عمل تجارب فى كل جهة على حدة للتأكد من فائدته قبل الانساع فى استعماله . والشىء الجوهرى الذى يجب ملاحظته بدقة لضمان التحقق من جودة هذا المزيج القارى هو عدم تفككه ورسوب مكوناته فى الفناطيس التى يوضع بها مهما طال عليها الزمن لأن مجرد التحريك البسيط لا يعيد المزيج إلى حالته الأصليه .

استعمال القار والقطران

أبسط حالات استعمال القار والقطران هو أن يدهن بهما سطح الطريق . ولذلك يلاحظ أن تكون طبقة سطح الطريق المرصوف بالزلط جيدة ومستوية وإلا ضاعت فائدة هذا الدهان .

وقبل أن يدهن الطريق بالقار الساخن يجب أن يكون سطحه جافا

نظيفاً خالياً من التراب والأحجار الصغيرة حتى يتصل مباشرة بطبقة السطح المستوية ويمتزج بها عند تسليطه عليها من الرشاشات أو صبه وتوزيعه بواسطة الفرش .

والقار المستعمل للدهان يلزم أن يكون خفيفا . وما يستخدم منه فى الطبقة الأولى (first coat) من دهان الطريق يخلط عادة بالزيت السريع التطاير لتزداد ليونته ويسهل تسربه بين جزيئات الطريق . وبعد وقت يتم تطاير الزيت ويبقى القار كساء ووقاية للسطح .

والغرض المقصود من هذه العملية هو أن يتخلل القار طبقة السطح لعمق يتراوح بين ٣ و ٤ سم ليكون رباطا للرمل والمواد الأخرى المستعملة فى رصف الطريق . ويكفى لذلك استخدام ١٫٥ كيلو جراما من القار لكل متر مسطح من الطريق .

وبعد أن يتم دهان الطريق بالطبقة الأولى يترك القار يوما أو أكثر ليجف تماماً ثم يغطى بطبقة من الرمل أو طبقة أخرى من ذات القار .

والعيب الوحيد فى تغطية الطبقة الأولى من القار بالرمل هو أن هذا الأخير يمتص القار ولا تستفيد منه كثيراً طبقة سطح الطريق .

وبنفس الطريقة السابق شرحها يمكن استخدام مزيج القار . وفى هذه الحالة يغسل الطريق بالماء وينظف تماماً ثم يصب المزيج بارداً من الوعاء الذى يحتويه ويفرش على السطح .

ونظراً لأن مزيج القار لا يحتوى على أكثر من ٦٠ ٪ من القار النقى وباقى النسبة من الماء لذلك فإنه من الضرورى أن يصب على المتر المسطح

من الطريق ٥ر٢ كيلو جراما بدلا من ٥ر١ كيلو جراما التى يكتفى بها فى حالة القار النقى .

وعند مايصب مزيج القار على سطح الطريق يكون لونه بادىء الأمر طينياً شبيهاً بلون ماء النيل أثناء الفيضان ثم لا يلبث أن يحصل الرسوب و يبدو المزيج أسود اللون .

مواصفات المواد المستعملة فى دهان الطبقة الأولى .

(ا) القطران : يكون حسب النموذج نمرة ١ من المواصفات البريطانية (وهذه المواصفات سيجىء تفصيلها بعد).

(ب) القار الزيتى : هو عبارة عن قار شركة شل (Shell) المحتوى على ٦٠ ٪ من القار و ٤٠ ٪ مواد أخرى .

(ح) القار الطبيعى : هو عبارة عن قار ترينيداد .

(ى) المزيج القارى : هو إما القار الزيتى أو القار الترينيدادى .

ومن المستحسن جداً بعد أن تتخلل الطبقة الأولى من القار المدهون به الطريق مواد سطحه أن تضاف الطبقة الثانيـة بطريقة الضغط بواسطة الرشاشات . ويلزم أن يسبق ذلك تنظيف وإخلاء السطح من كل ماعليه . فأذا استخدم القار الساخن يجب أن يجفف السطح بحيث لايبقى به أى أثر للماء أو الرطوبة .

ويمكن الاستعاضة عن تسخين القار لدرجة حرارة عالية بخلطه ببعض الزيوت الطيارة لترقيقه ونشره على الطريق بواسطة الفرش بدلا من تسليطه عليه بواسطة الرشاشات . وهذه الطريقة الأخيرة وإن كانت

تمتاز عن سابقتها بإمكان جعل طبقة الدهان بسمك منتظم بعملية أو تخفيض الرشاشة إلا أنها فى الوقت نفسه تحتاج لأجهزة أدق وأغلى من مجرد الفناطيس التى تستعمل فى الحالة الأولى .

ويمكن تسخين القار إلى درجة ٣٠٠° فهرنهايت . وقبل أن يبرد بعد وضعه على السطح يغطى بطبقة من الرمل الدقيق النظيف أو أجزاء الأحجار الصغيرة بمقاس يتراوح بين ٥ ، ٨ ميللمترات .

وفى الشتاء حيث تكون حرارة الشمس ضعيفة وحيث الاحتمالات كثيرة لهبوب النسيم العليل يبرد القار مباشرة بمجرد صبه على سطح الطريق وبذلك لا يمتص طبقة الرمل التى يغطى بها فى هذه العملية ثم لا يلبث أن يلين إذا ما انبعثت حرارة الشمس قوية بعض الشىء ويصبح لزجا بحيث إذا لم تتخذ الاحتياطات العاجلة لفرش طبقة أخرى من الرمل فوقه فأن جزءا منه يضيع فى العجلات وغيرها أثناء المرور .

وعلى هذا يكون أحسن فصول السنة لدهان الطرق بالقار هو فصل الصيف حيث يمكن الاستفادة بطبقة الرمل التى يغطى بها القار فى الحال . ويجب أن تظل عملية فرش الرمل مستمرة حتى لا يعلو القار سطح الرمل بحالة شبيهة بالنشع (النز) . وقد يكفى لهذا الغرض استخدام ٥ر١ كيلوجراما من الرمل لكل متر مسطح من الطريق . وإذا زيدت كمية الرمل فى غطاء الدهان فأن جزءا منه يتلوث بالقار ويكون طبقة سميكة غير مرتبطة تماما بالطريق فتتبع حركة المرور ويتغير وضعها ويتموج السطح وتظهر فى جزء منه المرتفعات الناشئة من تراكم الرمل المدهون بالقار وفى الجزء

الآخر يبدو المكادام عاريا . وليس من المفيد كثيرا لتفادى هذا العيب أن يكون القار بدرجة غز أقل لأنه فى هذه الحالة لا يتماسك بسهولة مع سطح الطريق من جهة ومع الرمل الذى يفرش فوقه من جهة أخرى .

ويختلف سمك طبقة القار والرمل الذى يغطى سطح الطريق من ٤ إلى ٥ ميللمترات . وهذه الطبقة تعمل كبساط واق للمكادام الذى تحتها لأنها تتلقى عنه احتكاكات الحركة العنيفة المستمرة . ومن السهل إصلاحها إذا تلفت وبذلك يبقى المكادام تحتها حافظا لكيانه مدة طويلة .

وأنواع القار الذى يستعمل فى دهان الطبقة الثانية هى : —

(١) القار الزيتى مخلوطا كان أو غير مخلوط .

(ب) القار الترينيدادى .

(ج) مزيج القار الزيتى أو القار الترينيدادى ويستعمل باردا .

(د) قطران فحم غاز الاستصباح طبقا للمواصفات الأنجليزية نمرة ٢ . وسيجئ شرحها فيما بعد .

ملاحظات يجب ألا يغفلها المهندس

(١) عند الأعلان عن مشترى كميات من القار يلزم أن تعطى المواصفات عن النوع المطلوب مع بيان العمل الذى سيستخدم له لأن بالفابريقات الكبرى نماذج مختلفة تسد كل حاجات العمل ويمكن الحصول على عينات منها .

(٢) فى حالة ما إذا أريد أن يعهد بالعملية للمقاولين تعطى مواصفات

الأعمال المطلوب تنفيذها على أن يتعهد المقاول بضمان ثباتها سنة كاملة دون تلف .

(٣) خلو الطريق من التراب والقاذورات ضرورى جدا قبل الدهان بالقار سواء أكان ساخنا أم باردا . وخلوه من الماء والرطوبة لازم كذلك فى حالة القار الساخن .

(٤) لا يصح دهان الطريق مالم تكن طبقة سطح المكادام فى حالة جيدة . أما إذا كان به تلف فلا فائدة ترجى من الدهان لأن القار يستعمل لوقاية المكادام لا لعلاج تلفه .

(٥) تسخين القار يجب أن يكون بعناية زائدة لأن القار إذا كان مخلوطا بالماء يفور عند التسخين وقد يطفو ويسيل على جوانب الغلايات فيسهل احتراقه إذا كانت درجة الحرارة قريبة من ١٠٠° سنتجراد .

ويمكن أن تعالج هذه الحالة بالبطء فى التسخين مع مداومة تحريك القار إلى أن يتم التخلص من الماء .

(٦) يجب أن تبذل أقصى عناية للوصول بالقار إلى درجة الحرارة التى تقتضيها ظروف العمل حتى يمكن الاستفادة منه تماما وحتى لا يفقد مرونته المرغوب فيها إذا زادت درجة الحرارة .

الطرق المرصوفة بالزلط المسقى بالقار

BITUMENOUS MACADAMS

إنه وإن كانت الطرق المرصوفة بالزلط ذى الرباط المائى «Waterbound Macadam» المدهونة بالقار قد أدت إلى الفائدة المرجوة فى تسهيل المرور بأقطار مختلفة ولمدة سنوات طويلة إلا أنها أصبحت لا تقوى على احتمال حركة المرور الحديثة لأن طريقة دهان الطرق بالقار على ماشرحناه آنفا لم تكن أكثر من مجرد وقاية المكادام الذى تحتها بحيث إذا تلفت طبقة القار المذكورة وانكشف المكادام وتعرض للحركة المستمرة فإنه يفقد قوته وتتفكك أجزاؤه وتتكون الحفرات ويركد فيها الماء ويجف الرمل الداخل فى تكوين طبقة السطح ويتطاير غباره فى إثر حركة العجلات المارة عليه . وما لم تتدارك هذه الحالة بالإصلاح العاجل تتزايد وتنتشر ويصبح الطريق مملوءا بالعوائق المتعبة.

ونظرا لأن هذه الحالة تتكرر بسهولة تحت تأثير فعل السيارات الثقيلة الكثيرة الانتشار فى هذه الأيام لذلك كان لا بد من التفكير فى تدعيم سطوح الطرق بوسائل أخرى أقدر على المقاومة .

ومن هنا رؤى كخطوة ثانية فى تحسين الطرق أن تسقى طبقة السطح بالقار ليكون رباطا لها بدلا من الماء والرمل . وهذه الطريقة تتقابل فيها كثرة النفقات مع المتانة والقوة ولذلك فهى اقتصادية رغم تكاليفها . وهى لا تختلف عن طريقة الرصف بالزلط المسقى بالماء إلا فى أن

مادة السقاية فيها هى القار الذى لا يقتصر فى هذه المرة على دهان السطح فقط بل يعمل كالمونة فى جميع طبقته .

واستعمال القار لهذا الغرض يكون إما بخلطه بالزلط قبل وضعه على الأساس أو بصبه فى فراغ طبقة الزلط بعد دكها بالماكينة الهراسة . وهذه العملية الأخيرة لا تحتاج إلى أكثر من الغلايات العادية لتسخين القار . أما عملية الخلط فتحتاج ما كينات خاصة ليتأدى الغرض المطلوب منها بسرعة وإتقان خصوصا إذا كان الرصف فى مساحات كبيرة .

ومادة السقاية التى تستعمل فى هاتين العمليتين هى قطران فحم غاز الاستصباح أو الزفت أو القار المستخرج من منابع الزيت .

وإنه وإن كان زفت القطران الفحمى أقل هذه المواد فائدة نظرا لصلابته وقلة ميوعته إلا أنه أمكن الحصول منه على نتائج جليلة باستخدامه فى بعض طرق القاهرة كمادة للسقاية ثم تغطيته بعد ذلك بطبقة من القار توضع على سطح الطريق لتقى زفت القطران وتمنع تعرضه للجو .

واستخدام القار فى سقاية الطريق يكون بأحدى الطريقتين الآتيتين : —

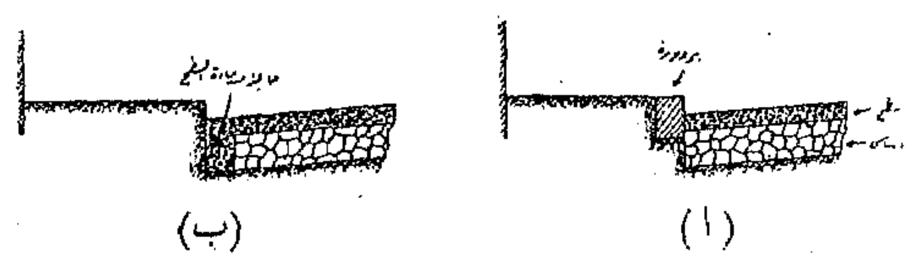
(١) السقاية بواسطة صب القار على الزلط مدكوكا فى الطريق «Grouting Method».

(٢) خلط الزلط بالقار قبل وضعه بالطريق (Mixed Method)

(١) ففى الطريقة الأولى يجهز أساس الطريق بالكيفية التى ذكرناها سابقاً بحيث يكون قويًّا وقادراً على احتمال الحركة والأثقال . ثم يسوى سطح الأساس ليخلو من التموجات والتماريج والحفرات وغيرها . وبعد

ذلك تحفر خنادق صغيرة متباعدة فى طول الطريق بعرض يختلف من ٥ إلى ٨ سم وبأعماق متساوية لتكون مبيتاً لرباط بين طبقة السطح والأساس فيمتنع بذلك أى احتمال لانزلاق السطح طوليا تحت أى حركة من المرور مهما ثقلت . ثم يوضع على كل من الجسانبين حواجز سائدة لتمنع الانزلاق الجانبى .

وهذه الحواجز إما أن تكون حجارة بردورة (Kerbs) مرتفعة عن سطح الطريق أو تكون جزءا من نفس مادة سطح الطريق حسب الكروكيين ا و ب .



(ب) (ا)

وبعد كل ما تقدم توضع كميات الأحجار البازلت أو ما شابهها بمقاسات تختلف من ٣ إلى ٦ سم وتنشر بانتظام على سطح الأساس بارتفاع نحو ١٠ سم . وهذه الأحجار تكون خالية من التراب والرطوبة وذلك بتفريغها من العربات بعيدة قليلا عن النقطة التى يراد استعمالها فيها حتى تترك وراءها التراب بعد تقليبها ورفعها بالمجراف أو اللوح لنقلها إلى المكان المعين ويظهر الحجر الرطب فيهمل جانبا ثم تقوم الماكينة الهراسة بمهمة دلك هذه الأحجار إلى أن تنضغط وتأخذ شكل الطريق بميوله الجانبية والطولية .

وبعد ذلك يصب القار على الطريق ساخنا وإذا كان النوع المستعمل هو مزيج القار فيلقى بارداً . والكمية التى تستعمل من القار الساخن

تكون عبارة عن ٨ كيلو جراما لكل متر مسطح و ١٢ كيلو جراما من مزيج القار للمتر المسطح . وعلى أى حال فأن الكمية اللازمة تتوقف إلى درجة كبيرة على حجم الأحجار المستعملة وسمك طبقة السطح .

وتستعمل الجرادل ذات الفوهات الواسعة لصب القار على الطريق ومن التجارب العديدة أصبح معروفا للعمال الذين يباشرون هذه العمليات سعة كل جردل وعدد مايلزم منها مملوءة للمسطحات التى يقومون بسقايتها . ولذلك فأنهم يؤدون عملهم بمهارة ودقة بمجرد معرفة مسطح الطريق .

وبكل سرعة بعد صب القار على سطح الطريق يلقى فوقه (الدقشوم) بأبعاد من ١ إلى ٢ سم وتمر عليه الماكينة الهراسة لتتحقق بذلك الأغراض الآتية : —

(ا) عند مرور الماكينة على الدقشوم تدفعه فى الخلايا الموجودة بين أجزاء أحجار السطح التى يكون سمكها ٦ سم فيعمل ذلك على تماسكها وجعلها طبقة واحدة .

(ب) يمنع الدقشوم التصاق القار بعجلات الماكينة الهراسة عند مرورها عليه وبذلك يبقى حافظا أحجار طبقة السطح من التلف .

وإذا لوحظ فى أثناء مرور الماكينة الهراسة على هذه الأحجار الصغيرة أن القار لا يزال يظهر على سطحها تضاف كميات أخرى منها حتى يصل سطح الطريق إلى درجة الجفاف ثم يستمر الدك إلى أن يثبت المكادام تحت الهراس .

ولا يغيب عن الذهن أن سرعة الماكينة الهراسة يجب ألا تزيد

عن ٤ أو ٥ كيلو مترا فى الساعة لأن فى زيادة سرعتها عن ذلك ما يسبب حدوث التموجات فى سطح الطريق . وهذه التموجات تنتشر وتتزايد بعد مرور الحركة العادية فوقها .

كذلك من الضرورى ألا تكون زنة الماكينة كبيرة حتى لا تتهشم الأحجار تحتها وتظهر منها أجزاء جديدة غير مشربة بالقار .

وعند ما يصل سطح المكادام المسقى بالقار درجة الحرارة العادية أو بعد ذلك بأسبوع أو أسبوعين توضع فوقه طبقة من القار لتكون غطاء نهائيا لسطح الطريق . ولا تختلف طريقة وضع هذه الطبقة عنها فى المكادام ذى الرباط المائى من حيث ضرورة تنظيف السطح قبل وضعها عليه وإخلائه من التراب وغيره . ثم تلقى فوق طبقة القار بعض الأحجار الدقيقة التى لا تزيد عن مثل حجم الحمصة والتى تمر من غربال فتحته سنتيمتر واحد وتحجز فى غربال ذى عشرة عيون فى السنتيمتر الواحد .

وهذه العملية فى مجموعها يجب أن تترك سطح الطريق فى حالة مسامية قليلا لتقوم حركة المرور العامة بمهمة تقريب جزيئاته وسد ما بينها من فراغ وجعل السطح طبقة متماسكة .

أنواع القار المستعمل

القار الذى يستعمل فى هذه العملية يكون إما قار برموده أو القار الزيتى الذى تكون درجة الغرز فيه من ٣٠ إلى ٤٠ . وكذلك زفت قطران فحم غاز الاستصباح . وأى هذه الأنواع يختار للاستعمال يجب تسخينه إلى درجة ٣٠٠° فهرنهايت ليكون بالسيولة المطلوبة .

أما القار الترينيدادي فمن الصعب استخدامه لهذا الغرض لأن المادة المعدنية التي تدخل في تركيبه تحول دون تداخله في طبقة المكادام تداخلا تاما .

السقاية النصفية (Semi Grouting)

العملية المشروحة سابقاً تسمى طريقة السقاية الكاملة . وهنالك عمليات أخرى أقل نفقة من هذه العملية ولكنها لا تستعمل إلا حيث يكون الاقتصاد مرغوباً فيه لذاته أو حيث تكون حركة المرور خفيفة.

وهذه العمليات هي التي تعرف بالسقاية النصفية (غير الكاملة) وهي تتم على أحد وجهين : —

أولا : يوضع على سطح الأساس طبقة من الرمل النظيف بارتفاع من ٢ إلى ٣ سم. ثم توضع فوقها طبقة الزلط بمقاسات تتراوح بين ٥ و ٦ سم وتدك بالماكينة الهراسة ثم يملأ الفراغ الواقع بين أجزائها بالرمل والزلط بما يقرب من ٤٠ إلى ٥٠ ٪ من ارتفاع هذا الفراغ وبعد ذلك يصب القار ليملأ النصف الباقي من الارتفاع . وبعد كل هذا تنشر الأحجار الصغيرة وتدك ثم توضع فوقها طبقة القار النهائية كغطاء كما هو الحال في السقاية الكاملة .

ثانياً : هذه الطريقة لاتختلف عن سابقتها إلا في أنه بعد أن توضع طبقة الزلط وفي أثناء دكها بالماكينة الهراسة تضاف كميات الأحجار الصغيرة ليمكن دفعها في الفراغ الكائن بين الزلط ولا يبقى بعد ذلك إلا جزء بسيط من الفراغ يملؤه القار عند صبه . وأخيراً توضع

طبقة الدهان كالمعتاد . وقوة احتمال الرصف بهذه الطريقة تزيد عنها فى الطريقة السابقة .

(٢) خلط الزلط بالقار قبل وضعه على الطريق

هذه الطريقة كانت شائعة الاستعمال قبل طريقة السقاية بواسطة صب القار على الزلط مدكوكا فى الطريق .

والقار فى هذه العملية يكون بدرجة ليونة كبيرة وكذلك يستعمل فيها قطران فحم غاز الاستصباح المعروف بالقطران المكادامى .

وبعد اكتشاف مزيج القار أمكن استخدامه فى هذا الغرض . والوسائل التى يتأدى بها الانتفاع بهذه الطريقة فى خلط الزلط بالقار تكون كما يأتى : —

(ا) الخلط والاستعمال ساخنا (Hot Mixing and Laying)

بعد أن تجهز طبقة الأساس بالطريقة الاعتيادية وتأخذ ميولها النهائية وتنقى مما بها من التراب وتجفف تماماً تسخن أحجار البازلت أو الجرانيت الذى يكون بمقاسات من ٥ إلى ٦ سم إلى درجة حرارة من ٣٠٠° إلى ٣٢٥° فهرنهايت . ثم تضاف إليها كمية من الرمل النقى كافية لملء الفراغ بين الأحجار ويكون بنفس درجة حرارة الأحجار . وبعد ذلك يصب عليها القار الترينيدادى أو الزيتى لتغطيتها تغطية لا يكون المخلوط معها بحالة سائلية تماماً أو جافة تماماً . ومن التجارب والمشاهدات العملية يمكن معرفة الكميات المختلفة اللازمة من الزلط والرمل والقار للحصول على مخلوط مناسب . وكلما زادت أحجام الأحجار زادت كمية القار المستعملة .

وفى القاهرة يستعمل القار الترنيدادى السائل بدرجة الغز (Degree of Penetration) نحو ٢٠ .

وهذا المخلوط يسخن عادة فى جهاز به محرك للخلط وينقل ساخنا إلى الطريق حيث يلقى بسرعة لتمر عليه الماكينة الهراسة وهو حافظ لدرجة حرارته حتى تتم عملية الدك قبل أن يبرد القار ويجمد . وإذا دعت الحالة فأن غطاء من القار يوضع على السطح بعد ذلك .

وقد أمكن الحصول على نتائج طيبة جدا باستعمال هذه الطريقة التى يكاد يكون الرصف بها مشابها للرصف بخرسانة الأسفلت «Asphalt concrete» الذى سيأتى شرحه فى الفصل التالى .

ويلاحظ للاستفادة تماما بهذه الطريقة أن يكون إلقاء الأحجار المدهونة على الطريق بعناية زائدة وعلى دفعات بحيث تكون كل دفعة كبيرة الحجم حتى يمكن أن تفرش على مساحة كبيرة وبذلك يقل عدد اللحامات بين أجزاء الطبقة الواحدة ويمكن بالتبعية تقليل نسبة التفكك الناتج من عدم سهولة ارتباط كل طبقة بما يستجد فى جانبها من الطبقات الأخرى لاختلاف درجات الحرارة بينهما .

(ب) الخلط ساخنا والاستعمال باردا (Hot Mixing and Cold Laying)

الى ماقبل معرفة مزيج القار كانت هذه الطريقة هى الدائمة الاستعمال . ويستخدم فيها الزلط والأحجار القوية النوع بمقاسات تختلف من ٦٥مم لأكبرها إلى ٥ و ١٥ ملليمترا للأصغر . وهذه الأحجار تسخن إلى درجة حرارة ٤٠° سنتجراد وهى الدرجة التى يمكن الوصول إليها فى القطر المصرى بمجرد تعريض الأحجار لحرارة الشمس فى فصل الصيف .

والأحجار التى تسخن لدرجة حرارة ١٠٠° سنتجراد تحتاج فى غطائها بالقار إلى كمية قليلة منه .

ولما كان القار والقطران لا يتماسكان بالأحجار الرطبة لذلك فأن من الضرورى تجفيفها وخلوها من التراب والطمى .

ويمكن القيام بعملية خلط الأحجار بالقار أو القطران باليد فى مثل الوعاء الذى تخلط فيه الخرسانة عادة . ويمكن أن يضاف إلى القار جزء من الزيت المتطاير ليكون فى درجة ليونة القار الذى يستعمل فى الدهان وهو يحتاج فى ذلك لدرجة حرارة من ١٢٠° إلى ١٣٠° .

كذلك يمكن استعمال القطران نموذج نمرة ٢ من المواصفات البريطانية . وهذه المادة تصب بعد تسخينها فوق الأحجار بالوعاء الذى تحصل فيه عملية الخلط . وبعد أن يتم تغطية الأحجار بالمادة المذكورة يصير تقليبها جملة مرات ثم توضع فى أكوام لتصبح بعد التصاق القار بها فى حالة صالحة للأغراض المطلوبة لها. وكل ما يسيل من القطران أو القار الزائد يمكن جمعه والاستفادة به مرة أخرى .

وبعد أن تبرد هذه الأحجار المدهونة بالقار أو القطران تنقل بالقطارات أو العربات أو القوارب إلى أمكنة العمل .

وفى أوروبا تقيم الشركات الكبرى معاملها بجانب المحاجر لتكون فيها ماكينات الخلط إلى جانب الكسارات (Crushers) التى تكسر الأحجار للأحجام المطلوبة . وبذلك تتم هذه العملية كلها فى مكان واحد ثم تتعهد بنقل الكميات اللازمة لعملائها إلى مسافات تتراوح بين ٢٠٠ و ٣٠٠ كيلو متراً بالطرق أو السكك الحديدية .

والرصف بهذه الطريقة يخضع لما سبق شرحه فى الطرائق الأخرى فيما يتعلق بتجهيز الأساس وتنظيفه. وبعد ذلك تلقى على سطح الأساس طبقة الزلط المدهون بالقطران أو القار بارتفاع من ٨ إلى ١٠ سم ثم تدهس بخفة بالماكينة الهراسة ويلقى عليها شظايا الأحجار الصغيرة المدهونة أيضا لتملأ الفراغ بين أجزاء الزلط . وبعد هذا تتم عملية الدك على وجهها الاعتيادى . وفى النهاية يغطى سطح الطريق بطبقة الدهان القارى.

ويجب أن يلاحظ ألا تزيد زنة الماكينة الهراسة المستعملة فى هذه الطريقة لدرجة تتكسر تحتها الأحجار المرصوف بها الطريق وتظهر أجزاء منها غير مدهونة وتتعرض لحركة المرور .

ومن المناسب رش عجلات هذه الماكينة الهراسة بالماء رشاً خفيفا ليمتنع التصاق القار بها وضياعه أثناء مرورها عليه .

وهذه الطريقة تستعمل غالباً فى الاصلاحات الجزئية لسهولتها بالنظر إلى إمكان استعمال المخلوط بارداً.

(هـ) الخلط والاستعمال بارداً (Cold Mixing and Laying)

يمكن استخدام مزيج القار لخلطه باردا بالزلط . ثم تستعمل هذه الأحجار المخلوطة بالكيفية المذكورة فى الرصف وهى باردة كذلك. وتتبع فى رصفها نفس الوسائل المشروحة سابقا .

وهنا لا بد من أن نلاحظ أن الخلط الساخن يفضل هذه الطريقة كثيرا.

ولتلخيص كل ما تقدم نقول : —

(١) طرق المكادام المسقى بالقطران أو القار تتحمل حركات المرور

الثقيلة أكثر من الطرق المرصوفة بالمكادام ذى الرباط المائى . وهى ليست مع ذلك كثيرة النفقات .

ومما يجعل طريقة السقاية سهلة عدم احتياجها إلى ماكينات خاصة إذ يكفيها غلايات القار والقطران والماكينة الهراسة .

(٢) يسهل استعمال هذه الطريقة (السقاية) فى الجو الصحو . أما فى الجو البارد فهناك خطر من احتمال انخفاض درجة حرارة القار قبل أن يتدخل تماما فى فراغ أجزاء الطريق وبذلك يحتاج إلى كميات أخرى من مادة السقاية لتعويض النقص .

(٣) طريقة خلط الزلط بالقار قبل الاستعمال تتغلب على عيوب طريقة السقاية ولكنها فى الوقت نفسه تحتاج إلى ماكينات خاصة للخلط . على أن ذلك من ناحية الغلاء يتقابل من ناحية الفائدة مع ضمان وجود المادة القارية فى كل أجزاء الطريق فضلا عن سهولة الرصف بها فى أى جو وتحت أى درجة حرارة صيفا أو شتاء .

(٤) النظافة وخلو الطريق من الرطوبة والأتربة ضرورى للوصول إلى نتائج مرضية . كما أن الوصول لدرجات الحرارة المطلوبة ضرورى كذلك .

ومع استعمال الأحجار ذات الأحجام المتشابهة والقوة المتناسبة يمكن الحصول بهذه الطريقة على رصف متين طويل الأجل .

الرصف بالأسفلت

ASPHALT PAVEMENTS

لقد تدرجت طرق الرصف حتى وصلت أخيرا إلى الأسفلت الذى يعتبر خير مادة ترصف بها الطرق لأنها تعطى سطحا متينا متماسكا نظيفا تسير عليه حركة المرور العام بلا ضوضاء ولا اهتزاز ويدوم حافظا لكل مظاهره ومزاياه مدة طويلة من الزمن .

والرصف به يتناول الأنواع الآتية : —

(أ) خرسانة الأسفلت « Asphaltic Concrete »

(ب) الأسفلت الناعم «Sheet Asphalts»

(ج) الأسفلت المضغوط أو الصخرى

«Compressed Asphalts or Rock Asphalts»

والنوعان الأول والثانى عبارة عن مخلوطات صناعية . أما النوع الثالث فهو مركب طبيعى يوجد فى بعض البقاع على شكل الأحجار الجيرية .

وخرسانة الأسفلت أقل هذه الأنواع الثلاثة مقاومة للاحتكاك وأرخصها نفقة فى حين أن الأسفلت الصخرى أكثرها مقاومة وثمنا .

ونظرا الآن دراسة هذا النوع من الرصف تتسع للمجلدات الضخمة فأننا نتقدم للقراء بهذا الفصل عنه فى كتابنا على أنه أقل مختصر يمكن أن نزوِّد به مهندسى الطرق للألمام بالنقط الأساسية فى الموضوع من الوجهتين النظرية والعملية : —

تكوين الأسفلت

يتكون الأسفلت سواء أكان طبيعياً أم صناعياً من عنصرين رئيسيين : —

(١) المجموعة المعدنية (Mineral Aggrigate) وهى عبارة عن الزلط والرمل فى بعض الأنواع والرمل فقط فى البعض الآخر .
(٢) القار الذى يطلق عليه اسم أسمنت الأسفلت

(Bitumen or Aspaltic Cement)

وهذان المكونان قد يوجدان مختلطين بحالة طبيعية حيث يمكن استخراج مادتهما معاً من جانب تل أو غيره لتستعمل فى الرصف بعد إجراءات خاصة. وهذا هو مايعرف بالأسفلت الصخرى أو الأسفلت المضغوط .

ونظرا لأن الأسفلت الصخرى نادر الوجود . وبالنسبة لأهمية الوصول إلى مادة تقوم مقامه لترصف بها الشوارع وتعيش طويلا وتقاوم الحركات الثقيلة والسريعة التى تمر عليها فقد أمكن الحصول على أنواع من الأسفلت بواسطة خلط المواد المعدنية التى توجد بكثرة فى أغلب الأقطار بالقار الذى يمكن استيراده إما من نوع مايستخرج من البحيرات أو من المنتجات الزيتية . وبهذا أمكن اقتصاد مالا يقل عن ٣٠٪ من النفقات بالنسبة للأسفلت الصخرى وذلك فى المناطق البعيدة عن الصخور التى يؤخذ منها هذا الأسفلت .

مخلوطات الأسفلت (Mixed Asphalts)

(١) تتكون خرسانة الأسفلت من خلط الزلط والرمل والقار والبودرة .

(٢) يتكون الفرش (الأساس) (Binder) من خلط الزلط والرمل والقار فقط .

(٣) يتكون أسفلت السطح (Surface) من خلط الرمل والقار والبودرة ولا يستعمل الزلط فى مخلوطه .

(٤) الأسفلت الناعم عبارة عن طبقتى الفرش (الأساس) وأسفلت السطح مجتمعتين .

والنسب المئوية التى تخلط بها هذه العناصر فى كل من الأنواع الثلاثة الأولى المتقدمة سيجىء تفصيلها فى جدول تال . ويلاحظ فى تلك النسب أن تكون بحيث يملأ الرمل فى حالة مخلوطى خرسانة الأسفلت والفرش (الأساس) كل الخلايا الموجودة بين الزلط . وأن يملأ الرمل الناعم فى حالة أسفلت السطح ما قد يكون بين ذرات الرمل الخشن الداخل فى تكوين المخلوط من خلايا . وما يتبقى بعد ذلك فى كل من حالتى أسفلت السطح وخرسانة الأسفلت يملأ بمسحوق ناعم يقال له (بودرة) وهو مسحوق الحجر الجيرى .

والعناصر التى تتكون منها مخلوطات الأسفلت السابق شرحها تكون بالنسب المبينة بالجدول الآتى : —

نوع المخلوط	زلط رفيع	رمل	مسحوق ناعم (بودرة)	أسمنت الأسفلت (قار)
الفرش (الأساس)	٨٤ ٪	٩ ٪	....	٧ ٪
أسفلت السطح	....	٧١ ٪	١١ ٪	١٨ ٪
خرسانة الأسفلت	٣٨ ٪	٤٣ ٪	٥ ٪	١٤ ٪

وفى مثل القطر المصرى يسهل استعمال مخلوطات الأسفلت على ما تقدم تفصيله اقتصادا فى النفقات لأن الأسفلت الصخرى إذا أريد الانتفاع به للرصف فأنه يتكلف فوق نفقات استخراجه من محاجره وتجهيزه للعمل مصاريف كثيرة فى النقل بالسكك الحديدية وعلى متن البحر وخلافه فى حين أن ٧٩ ٪ من مكونات مخلوطات الأسفلت وهو الزلط والرمل يوجد بكثرة فى بلاد القطر المصرى وكذلك مقدار الـ ١١ ٪ تقريبا من هذه المخلوطات وهو أسمنت الأسفلت يمكن الحصول عليه محليا فى حالات كثيرة وإذا اقتضى الحال فيستحضر من ترينيداد بقليل من النفقات.

ولأجل هذه الاعتبارات الاقتصادية صار الاستغناء عن استعمال الأسفلت الصخرى الذى بدأ الرصف به فى هذا القطر بواسطة الشركات فى عام ١٩٠٢ ثم استعملت مخلوطات الأسفلت عندما ظهر أن الأسفلت الناعم مثلا يتكلف نحو ٦٠ ٪ مما يتكلفه الأسفلت الصخرى وأن الشوارع المكادام بالقاهرة أصبحت لا تحتمل حركات المرور الثقيلة والسريعة ولا بد من اتساع المساحات المرصوفة بالأسفلت. ومثل هذا الفرق فى

النفقات بين مخلوطات الأسفلت والأسفلت الصخرى يوفر كثيرا على ميزانية الدولة .

وفضلا عن ذلك فقد دل الاختبار على أن المكادام المرصوف به أغلب طرق القاهرة يصلح أساسا للأسفلت الناعم بخلاف الأسفلت الصخرى فأنه يوضع دائما على خرسانة الأسمنت . وهذا الفرق فى النفقات أيضا شجع على استعمال مخلوطات الأسفلت وتنفيذ الرصف بها بمعرفة مصلحة تنظيم القاهرة التى قامت بمباشرة العمل ابتداء من عام ١٩٢٢ إلى اليوم .

كلمات عامة عن عناصر الأسفلت :

(أ) يلاحظ فى أثناء عملية خلط مكونات الأسفلت أن تكون كل ذرة من الرمل أو قطعة من الزلط مكسوة بطبقة رقيقة من القار بسمك واحد مهما اختلفت أحجام القطع التى تكسى حتى ينتج عن الرصف بهذا المخلوط سطح متماسك عديم الخلايا .

(ب) نظراً لأنه كلما زادت أحجام قطع الأحجار فى كمية معينة الوزن قلت مساحتها لذلك تكون كمية القار التى تستخدم لتغطيتها بسمك ثابت أقل منها فيما لو كانت الأحجار صغيرة الحجم . وبهذا تكون نفقات الرصف قليلة . ومن ذلك تكون خرسانة الأسفلت المكونة من أحجام كبيرة من قطع الأحجار (الزلط الرفيع) أقل احتياجا للقار من أسفلت السطح الذى تكون مادته المعدنية عبارة عن ذرات الرمل فقط .

(ح) الأسفلت الناعم (وهو عبارة عن طبقتى الفرش وأسفلت السطح)

يفضل فى الاستعمال للرصف خرسانة الأسفلت للأسباب التى أسلفناها فى فصل سابق وهى أنه كلما دقت مكونات طبقة الرصف اشتد تماسكها وسهل السير عليها وطال عمرها . وفى بعض الأحيان حيث تكون حركة المرور العام ثقيلة توضع خرسانة الاسفلت كأساس تحت طبقتى الأسفلت الناعم .

(د) يمكن الحصول على الأحجام المختلفة للمادة المعدنية المستعملة فى أسفلت السطح وهى الرمل بواسطة مرورها فى الغرابيل التى تختلف عيونها فى كل بوصة طولية بين ٢٠٠ و ١٠٠ و ٨٠ و ٥٠ و ٣٠ و ٢٠ و ١٠ . على أنه من المعتاد استعمال الغرابيل ذات العيون ٢٠٠ و ٨٠ و ٤٠ و ١٠ فقط للحصول على الرمل فى أحجامه المتفاوته المطلوبة لهذا المخلوط .

ومن الجدول الآتى يمكن معرفة النسب المئوية اللازمة من كل نوع من أنواع الرمل الثلاثة الواجب خلطها مع المكونات الأخرى لتكوين أسفلت السطح على حسب ما يتفق مع حركة المرور العامة التى تستعمل فى الطريق : —

نوع الرمل	عدد العيون فى البوصة التى يمر منها	عدد العيون فى البوصة التى يحجز فيها	النسبة المئوية اذا كان الرصف لحركة المرور الخفيفة	النسبة المئوية اذا كان الرصف لحركة المرور الثقيلة
الناعم	٨٠	٢٠٠	٪٢٢	٪٣٣
المتوسط	٤٠	٨٠	٪٤٤	٪٤٤
الخشن	١٠	٤٠	٪٣٣	٪٢٢

ويلاحظ من الجدول السابق أنه فى حالة الشوارع المزدحمة بحركة المرور الثقيلة تكون نسبة المادة المعدنية الأكثر دقة (الأقل حجما) المستعملة فى الأسفلت المرصوف به الطريق أكبر منها فى حالة حركة المرور الخفيفة .

كذلك تكون طبقة الأسفلت أسمك فى حالة الحركة الثقيلة وبالتالى أكثر احتياجا لكميات القار المستعملة فى مخلوط الأسفلت . ولذلك فإنها أبهظ نفقة .

ولا يستخرج الرمل المستعمل فى هذه المخلوطات من الورشة أثناء الحاجة إليه مباشرة بل يجب أن يكون ذلك قبل العملية بمدة لأنه من الضرورى خلط بعض الذرات ذات الأحجام المختلفة منه بالبعض الآخر قبل الاستعمال للحصول على العينة المطلوبة بالنسب الموضحة آنفا .

وفى القاهرة مثلا يستخرج الرمل المتوسط الخشونة من ورشة الرمل بالعباسية ويخلط بكمية مناسبة من الرمل الدقيق الناعم المستخرج من النهر .

ويحدث غالباً أن يخلط أكثر من نوعين من الرمل للحصول على النتيجة المطلوبة . وفى كل حالة من هذه الحالات يجب أن يكون الرمل نظيفا وخالياً من الطمى .

(هـ) المسحوق الدقيق الذى يضاف إلى مخلوطات الأسفلت لملء خلاياها التى قد تتخلف بعد خلط الزلط بالرمل أو لرمل ببعضه يكون عبارة عن البودرة الناتجة عن طحن الأحجار الجيرية أو يكون هو الأسمنت الذى لا يتناول الانتفاع به فى هذه الحالة خواصه التماسكية

وإنما ينتفع به باعتباره مسحوقا ناعما فقط . ونسبة هـذا المسحوق فى تـكوين الأسفلت تـكون من ٧٤ إلى ٨٠ ٪ ويجب أن يمر من غربال ذى مائتى عينا .

(و) أسمنت الأسفلت الذى يستعمل فى ربط عناصر الأسفلت وتماسكها ببعضها يكون إما قار البحيرات أو القار الزيتى . ويجب أن يكون حائزاً لخواصه الطبيعية والكيمياوية التى تجعله صالحا للاستعمال فى مواد الرصف . وأكثر هـذه المواد استعمالا هو قار ترينيداد . لأنه يحتوى على ٤٤ ٪ من المواد المعدنية الموجودة بحالة هلامية والتى تعمل على ملء الخلايا فى مخلوط الأسفلت . ووجود هذه المادة يجعل استعمال المخلوط الذى يحتويها للرصف خيراً منه فى حالة ملء الخلايا صناعيا بإضافة البودرة.

والقار الزيتى يمكن الحصول عليـه من تشقق (تقطير) الزيوت الأسفلتية الخام التى تعطى ٩٩ ٪ من القار النقى .

اختبار القار

من التجارب التى تدل على صـلاحية القار ذوبانه فى ثانى كبريتور الـكربون بنسبة ٥٦ ٪ .

والقار الذى يتعدى تسخينه درجة الحرارة المطلوبة يكون عرضة للتفتت . ويمكن معرفة صلاحية القار للاستعمال إذا كانت درجة ذوبانه فى رابع كلورور الـكربون لا تزيد عن ١٫٥ ٪ من درجة ذوبانه فى ثانى كبريتور الـكربون . وأى زيادة فى هـذه النسبة معناها عدم صلاحية القار .

وفضلا عمـا تقدم يمكن إجراء بعض التجارب لاختبار القار من ناحيته الطبيعية لمعرفة درجة مرونته وصلابته .

واختبار المرونة لا يكون إلا نادراً وإن كان من المفيد فى بعض الأحيان معرفة درجة مرونة القار قبل وبعد اندماجه فى مخلوط الأسفلت إذ أنه كلما قلت درجة المرونة المفقودة فى أثناء العملية كان ذلك دليلا على صلاحية القار .

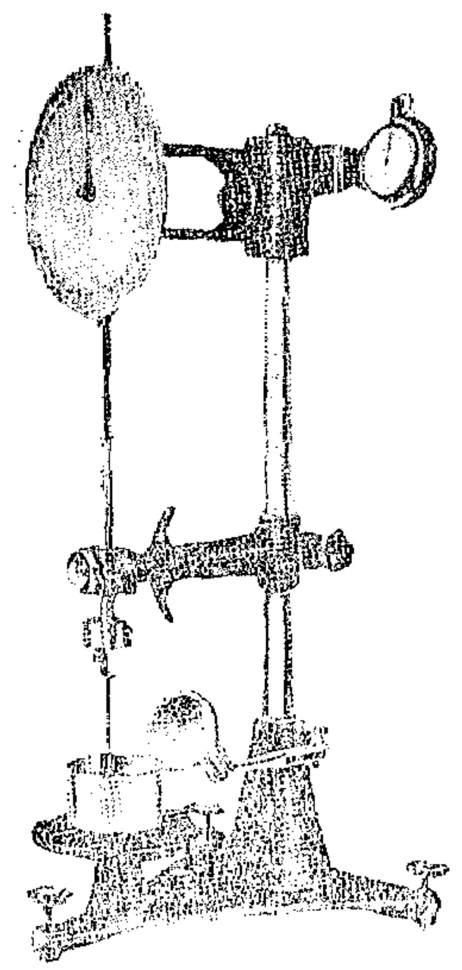
أما تجربة الصلابة فأنها ضرورية . وفى الأمكان الحصول على القار فى أى درجة صلابة بملاحظة ذلك أثناء تقطير الأسفلت الزيتى . أما فى حالة القار الترينيدادى فأنه يكون مبدئيا بدرجة صلابة كبيرة ثم تضاف إليـه كميات من الزيت الأسفلتى الملين لتقليل هـذه الدرجة حسب حاجة العمل .

قياس درجـة الغز

تختلف درجـة الغز (الغرز) فى القار باختلاف الحالات الجوية فى القطر الذى تجرى فيه عملية الرصف . لذلك فأن القار اللين يلائم الأجواء الباردة فى حين أن القار الناشف يناسب الطقس الحار .

ودرجة الغز يجب أن تكون بحيث لا يلين القـار فى الجو الدافىء الذى قد يتعرض له ولا يتفتت فى الجو البارد حتى لا يتشقق الطريق الذى يدخل هذا القار فى تكوينه .

ودرجة الغز تقاس بعناية زائدة كل صباح قبل البدء فى عملية الخلط للتأكد من أن القار حافظ لصلابته المطلوبة .



جهاز قياس درجة الغز Penetrometer

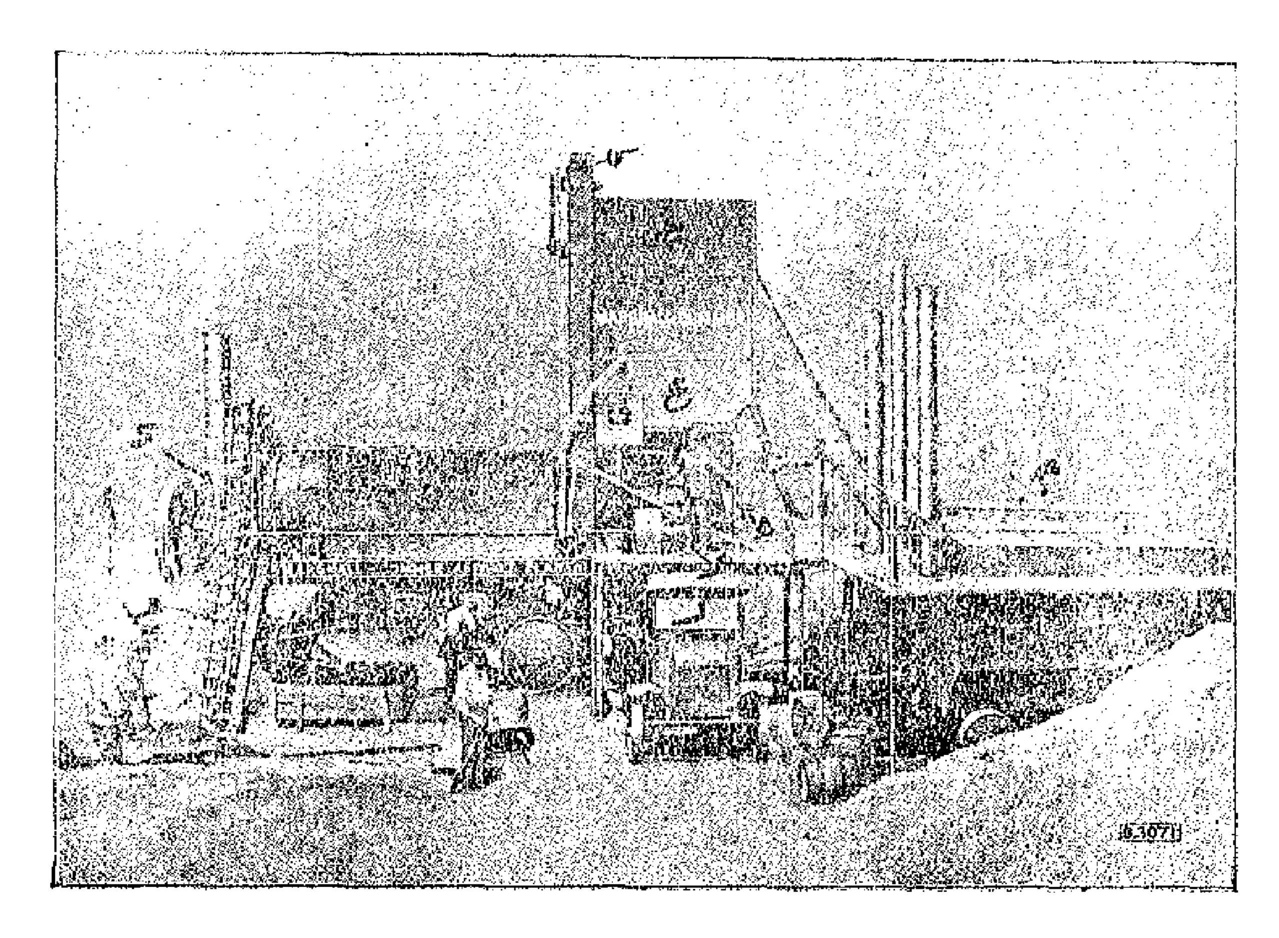
ولقياس درجة الغز تؤخذ عينة من القار وتوضع فى علبة صغيرة تغمر بالماء فى حوض تكون درجة حرارته ثابتة عند ٢٥° فهرنهايت وتبقى به ساعة من الزمان . ثم توضع بعد ذلك على قاعدة جهاز قياس الغز وتنزل عليها إبرة تتماس مع سطح القـار . وهذه الأبرة يمكن اتصالهـا بثقل زنته ١٠٠ جرام . ويترتب على ذلك الاتصال أن تغرز الأبرة فى القار . وبقراءة عمق الغرز بواسطة عقرب يتحرك على قرص مقسم فى مدة خمسة ثوانٍ يمكن معرفة درجة الغرز التى يجب ألا تتجاوز ١٢ . وفى الشكل المقابل يرى جهاز قياس درجة الغز (Penetrometer) .

خلط الأسفلت

نظراً لاتساع دائرة الرصف بالأسفلت فى هـذه الأيام وضرورة الحصول على مخلوطاته بالسرعة والدقة المتناسبتين مع أهمية العمل به فقـد رؤى أن عملية الخلط لا يمكن تأديتها بوسيلة خير من ماكينات مجهزة بكل ما يعين على تحقيق هذه الغاية فتدخل بعض العناصر فى هـذه الماكينات من ناحية وتأخذ دورتها حيث تتلاقى بالجزء الباقى من هذه العناصر وتـكوّن المخلوط بسرعة ودقة .

ولما كان لابد فى تكوين مخلوطات الأسفلت من أن تكون عناصرها ساخنة وفى درجات حرارة معينة وبالنسب التى أوردناها فى الجدول السابق لذلك فأنه يوجد عادة بجانب كل ماكينة من ماكينات الخلط غلايات للقار عبارة عن أحواض تحيط بها المواسير الحلزونية المار بها البخار فى درجة حرارة من ٣٢٥° إلى ٣٤٠° فهرنهايت. وهذه الدرجة يمكن الوصول إليها عند ما يكون الضغط فى الغلاية عبارة عن ١٢٥ رطلا على البوصة المربعة . وتتصل هذه الأحواض بالمواسير إلى خزان فى أعلى ماكينة خلط الأسفلت وتتصل بالخزان المذكور ماسورة تنتهى بحنفية تصب فى صندوق به ريش برئيمية تدور عكس بعضها البعض لخلط القار بالمادة المعدنية التى سنشرح كيفية وصولها إلى هذا الصندوق بالأحجام والأوزان ودرجات الحرارة المطلوبة .

فعند ما يراد الحصول على أى مخلوط من مخلوطات الأسفلت كالخرسانة أو الفرش (الأساس) أو أسفلت السطح تجهز مادته المعدنية وهى الزلط والرمل معا أو الرمل فقط بأنواعه الثلاثة حسب النسب الموضحة بالجدول السابق وتخلط بعضها بالبعض الآخر على الأرض ثم تملأ بها قواديس متتابعة يقال لها القواديس الباردة نظرا لأن المادة المعدنية تدخلها فى درجة الحرارة العادية . وهذه القواديس تتحرك حركة دائرية تصاعدية وعندما يصل كل قادوس إلى فتحة متصلة بأسطوانة أفقية يلقى حمولته حيث تمص ماسورة عليا ما يكون خفيفا من تراب هـذه المادة وتدفعه إلى الهواء وينزل أغلبها الى الأسطوانة المائلة التى يوجد داخلها ريش لتقليب المادة . وفى الصفحة التالية رسم ماكينة الخلط : —



ماكينة خلط الاسفلت

(ا) أكوام المادة المعدنية
(ب) القواديس الباردة
(ح) الأسطوانة التى تسخن فيها المادة المعدنية
(د) الماسورة التى يخرج منها تراب المادة المعدنية
(ه) وعاء تفريغ القار
(و) مكن خلط الأسفلت
(س) القواديس الساخنة
(ص) الغربال
(ع) القادوس الذى تجتمع به المادة النازلة من الغربال
(ف) الميزان
(م) ماكينة الأدارة
(ر) سيارة نقل المخلوط

وهذه الأسطوانة تدور حول محورها وتسخن بحرارة المازوت المتقد تحتها باستمرار والذى يكسب المادة المعدنية درجة حرارة من ٣٥٠° إلى ٣٧٥° فهرنهايت ثم تصل هذه المادة بعد تسخينها تبعا الميل إلى الطرف الآخر للأسطوانة فتتقابل مع قواديس صغيرة صاعدة يقال لها القواديس الساخنة وتكون محاطة بصندوق مقفل يغطيها لتحتفظ بدرجة حرارتها حتى تصل إلى غربال دائرى متحرك نصفه

القريب من القواديس الحاملة للمادة المعدنية خاص بالرمل وعيونه تسمح بمرور الرمل بالأحجام المطلوبة ثم يندفع باقى المادة إلى النصف الآخر من الغربال فيمر من عيونه . وما يكون فى حجمه زائدا عن المواصفات ينزل من فتحة إلى الأرض حيث يجمع ويعاد تكسيره للانتفاع به من جديد . ثم ينزل الرمل من الغربال إلى جزء خاص به فى قادوس كبير وينزل الزلط إلى الجزء الآخر منه . ثم تفتح قاعدة كل جزء فتنزل العناصر المذكورة وتلتقى فى الصندوق المسلطة عليه حنفية القار . وهذا الصندوق متصل بميزان تقرأ عليه أوزان الأنواع الثلاثة بمجرد نزولها إلى الصندوق . ومتى كانت بالنسب المطلوبة تعمل الريش البريمية على تقليب المخلوط بعد إضافة البودرة إلى الأنواع التى تدخل فى تكوينها ثم ينفتح قاع الصندوق بواسطة يد موضوعة لهذا الغرض فيسقط المخلوط فى السيارة التى تنقله وهو فى درجة ٣٣٠° فهرنهايت تقريباً إلى الطريق الذى سيرصف به .

وهذه المخلوطات تظل محتفظة بدرجة حرارتها وهى فى سيارات النقل لمدة ساعة أو أكثر خصوصا فى الجو الحار . ويجب ألا تكون درجة حرارتها فى حالة فرشها على الطريق أقل من ٣٠٠° فهرنهايت ليسهل توزيعها من جهة وليمكن من جهة أخرى أن تحتمل ضغط الماكينة عند مرورها عليها .

اختبار مخلوطات الأسفلت

بعد انتهاء عملية الخلط يمكن الحصول على عينة من المخلوط وتوضع على ورقة بيضاء تطبق عليها وتضغط قليلا فيترك القار الذى فى المخلوط أثرا

يمكن أن يعرف من لونه إذا كانت نسبته تزيد أو تنقص أو تتفق مع المواصفات .

وإذا اتضح من هذه التجربة البسيطة عدم مطابقة المخلوط المواصفات تعمل تجربة أخرى وهى عبارة عن تحليل عينة من المخلوط وذلك بأضافة ثانى كبريتور الكربون ($C.S._2$) إليها ليذيب القار الذى يمكن معرفة زنته وما يتبقى بعد ذلك يكون هو المادة المعدنية التى يسهل فصلها بواسطة الغرابيل لمعرفة زنة كل عنصر منها على حدة .

إجراءات تسبق الرصف بالأسفلت

(١) قبل رصف الطريق بالأسفلت تستبدل مواسير المياه وأنابيب الغاز ووصلات المجارى القديمة الموجودة تحت الطريق بأخرى جديدة لأن قطع الأسفلت لعمل أى تغيير فيه يستدعى عناء كبيرا ونفقات باهظة فى الأصلاح فضلا عن تشويه جمال الشارع . ومن أجل هذا رؤى أخيرا أن توضع حجرات تفتيش المجارى على الأرصفة بدلا من الشارع ما دام عرض الرصيف يسمح بذلك .

(٢) بعد تعديل أحجار الأفريز (البردورة) (Kerbs) على جانبى الطريق بما يتفق مع مناسيب أعتاب المنازل والدكاكين وميول الأرصفة وميول الطريق طوليا وعرضيا يجهز المكادام بالطرق السابق شرحها ومن غير دهان بالقار ليكون أساساً للطريق تاركا الارتفاع الكافى لطبقة الرصف بالأسفلت .

(٣) سواء أكان الرصف بخرسانة الأسفلت أو الفرش (الأساس)

وأسفلت السطح أو بالطبقات الثلاثة معاً فمن الضرورى تنظيف الطريق وكنسه على أن يكون خاليا من الماء أو ما يسبب الرطوبة .

(٤) تكون مناسيب البرودة المعدلة مرشداً لعمال الأسفلت لوضع الطبقات بالميول والارتفعات المطلوبة .

(٥) تدهن بكابورتات المجارى (وبرابز) المياه والغاز بالأسفلت السائل قبل الرصف مباشرة ليكون الالتحام تاماً بينها وبين طبقات الأسفلت .

الأسفلت الناعم

للرصف بالأسفلت الناعم يجهز الفرش (الأساس) أولا وهو - كما يتضح من الجدول السابق - يحتوى على نسبة كبيرة من الزلط و نسب قليلة من الرمل والقار (أسمنت الأسفلت) ولذلك فأنه مخلوط رخيص وكثير الخلايا . وسمكه يكون عادة ٣٥ ميلليمترا . وفائدته كأساس تنحصر فيما يأتى : —

(أ) الحفرات التى قد تكون موجودة بالطريق قبل رصفه تملأ بهذا المخلوط الرخيص ويتكون منه بعد ذلك سطح منتظم الميول يصلح أساساً للسطح النهائى .

(ب) الخلايا التى تكثر فى سطح هـذه الطبقة تعمل على تعشيق طبقة السطح فيها فيرتبط الفرش بالسطح ويمتنع أى انزلاق يحتمل حدوثه تحت أى حركة مهما ثقلت .

ويستعمل فى ذلك طبقة الأساس المذكورة وهى بحالة ساخنة ما كينة تختلف زنتها من ٥ إلى ٨ طنا .

وبعد ذلك توضع طبقة أسفلت السطح بسمك ٣٥ ميلليمترا . ويتساوى أن يكون الأساس تحتها ساخنا أو باردا . على أن ذلك لا يمنع ضرورة خلو طبقة الأساس من الرطوبة والقاذورات .

ولفرش طبقة السطح تلقى السيارات التى تحمل المخلوط حمولتها بواسطة فتح قاع السيارة ثم يأخذ العمال من هذه الأكوام بالألواح ويوزعون المخلوط على الطريق ويتولى عمال آخرون فرشه بانتظام بواسطة الشوك المسننة ويكسرون أى كتلة يصح أن تكون متماسكة وإذا لم يسهل تفتيتها ترفع فى الحال حتى لا تحول أثناء مرور الماكينة على السطح لدكه بين تماسك أجزائه وبذلك يمتنع حدوث التموجات فى الطريق .

والدك يبدأ بماكينة تاندام (Tandum) زنة ٥ طنات ثم تستخدم ماكينة أخرى تختلف زنتها من ٨ إلى ١٠ طنا بعد أن يبرد المخلوط .

ويستمر الدك إلى أن يفقد المخلوط كل حرارته المكتسبة . ولا يكون الدك بطول الطريق فقط بل تسير ماكينات فى عرض الطريق أيضا لتعمل على تلافى أى تموجات تكون قد حصلت من سير الماكينة الأخرى طوليا . ويلاحظ كذلك فى وضع ودك طبقة الأسفلت أن يبدأ ذلك من الجوانب متجها إلى محور الطريق حتى لا يتكوم المخلوط ويتجمع فى الجوانب تاركا وسط الطريق خاليا إلاّ من طبقة رقيقة من مادة الرصف .

ونظرا لأنه إذا وقفت الماكينة المستعملة للدك ولو فترة وجيزة من الزمن أثناء تغيير اتجاه سيرها فوق المخلوط الساخن — وخصوصا مخلوط أسفلت السطح — فأنها تغور فيه تحت تأثير ثقلها وتحدث هبوطا

يصعب إصلاحه لذلك فأن الماكينات المستعملة لهذا الغرض تكون مجهزة بأدوات تساعد على تأدية هذه العملية فى أقل زمن ممكن .

وعند انتهاء العمل اليومى توضع حبال بعرض الطريق فى نهاية طبقة السطح ويوضع بعدها جزء من نفس المادة تسير عليها الماكينة وتضغطها بميل إلى الأساس ثم تنزع الحبال ، وفى الصباح التالى عند معاودة العمل يكسر هذا الجزء المائل من السطح بالكواسير والمطارق وتدهن حافة السطح التى كانت متصلة بالحبال بالأسفلت السائل وتوضع طبقة السطح الجديدة بجانب القديمة فيتم الالتحام بين الطبقتين ولا تكون هناك فواصل .

وفى القاهرة تبلغ تكاليف المتر المسطح من مخلوط الأسفلت نحو ٤٠٠ مليما للطبقتين و ٢٨٠ مليما للطبقة الواحدة من خرسانة الأسفلت وتزيد هذه النفقات فى المناطق البعيدة عن القاهرة حيث لا يوجد بها الرمل والزلط وحيث تتحمل المساحات الصغيرة التى يراد رصفها فوق أثمان المواد نفقات صيانة واستهلاك الماكينات المستعملة .

والرصف بمخلوط الأسفلت وإن كان لا يلائم حركة مرور عربات النقل البطيئة إلا أنه مناسب جداً لحركة السيارات حيث تساعد نقط الزيت التى تتساقط منها على حفظ درجة مرونة المخلوط . وفضلا عن ذلك فأن الرصف بمخلوط الأسفلت يجعل الطريق نظيفا لا غبار فيه . وعلى العموم فأنه النموذج الكامل للطريق السهل المنال .

إصلاحات الأسفلت تتم بسهولة بواسطة ملء الأجزاء المراد إصلاحها بالمخلوط بعد دهن جوانبها بالأسفلت السائل لتمام الالتحام ثم

يدك المخلوط بالمندالة أو تمر عليه الماكينة حسب المشروح سابقا .

الأسفلت الصخرى

يحتكر قليل من الشركات عمليات الأسفلت الصخرى نظرا لحيازتهم محاجره . وهذه الشركات هى التى تقوم بأنشاءات الطرق المرصوفة بهذا النوع .

والأسفلت الصخرى كما يستخرج من محاجره عبارة عن الحجر الجيرى الكربونى « Carbonaceous Lime Stone » المشبع بالقار بنسبة من ٤ إلى ٢٠ ٪

ويجهز الأسفلت الصخرى للاستعمال بواسطة كسره وتحويله إلى مسحوق وتسخينه لدرجة حرارة عالية وبعد ذلك يلقى على أساس الطريق الذى قد يكون عبارة عن خرسانة الأسمنت . ثم يدك ليتكون منه سطح متين طويل العمر يتآكل بانتظام تحت تأثير حركة المرور فيقل سمكه من ٥ إلى ٢ سم .

والرصف بالأسفلت الصخرى لا يترتب عليه حدوث تموجات بالطريق وإن كان كثير الانزلاق ، وقد عاش الرصف بهذا الأسفلت فى بعض الشوارع الضيقة بمدينة القاهرة المزدحمة بحركة المرور نحو خمسة عشر عاما .

أسفلت بوتن (BOETON ASPHALT)

بالرغم من أن الرصف بمخلوطات الأسفلت قد وفرت على ماقدمنا من ٣٠ إلى ٤٠ ٪ من النفقات عن الرصف بالأسفلت الصخرى .

وفضلا عن أن النتائج التي وصلنا إليها من الرصف بالأنواع المذكورة قد بلغت درجة تكاد تقرب من الكمال .

نقول فضلا عن هـذا وذلك فأن العقل الأنساني لا يعرف الرضا بالواقع ولا يركن إلى الجمود ولا بد له من أن يفـكر ويبتدع ليصل إلى التحسين تارة وإلى الاقتصاد تارة أخرى .

وها نحن اليوم قبل أن نختم فصلنا عن الأسفلت نستطيع أن نشير إلى تجربة حديثة قامت بهـا إحدى الشركات فى شـارع من أشد شوارع مدينة القاهرة ازدحاما نعنى به شارع الموسكى بنوع جديد يسمى (أسفلت بوتن) يتكون من ثلاث طبقات وهى خرسانة الأسفلت والفرش (Binder) وأسفلت السطح . ويستعمل فى هذه المخلوطات الجديدة القار الطبيعى المسمى قار (بوتن) الذى اكتشف فى الهند الشرقية الهولاندية .

وهذا القار (الأسفلت) الطبيعى غنى فى المـادة القارية التى تبلغ نحو ٤٠ ٪ من النسبة والباقى وقدره نحو ٦٠ ٪ عبـارة عن مسحوق معدنى له خاصية ملء الخلايا ويغنى عن إضافة البودرة إلى المخلوطات التى يدخل هذا النوع فى تكوينها .

وتستخدم ماكينات الخلط المعتادة فى التأليف بين عناصر هـذه المخلوطات الجـديدة بفرق جوهرى للغاية عن المتبع وهو أن مسحوق هذا القار (بوتن) لا يسخن فى الغلايات كما يحصل مع القار الترينيدادى وغيره فى المخلوطات السـابق شرحها بل يضاف إلى المادة المعدنية المسخنة لدرجة حرارة ٤٥٠° فهرنهايت حيث ينصهر القار ويلتصق بكل ذرة من ذرات تلك المادة المعدنية ويتكون المخلوط ويستخدم فى الرصف كالمعتاد.

ومزية هذا النوع أن القار فيه يكون موزعا على المادة المعدنية توزيعاً منتظما بحيث لاتوجد به كتل متجمدة بالمرة ولذلك يسهل فرشه فى الطريق .

كذلك فأن عدم تسخين القار يقلل النفقات إلى حد كبير جدا خصوصاً إذا لاحظنا أن الغلايات فى حالة المخلوطات الأخرى لا ينقطع إمدادها بالحرارة اللازمة ليلا ونهاراً .

ولو أن تجربة كهذه نجحت لأصبح فى الأمكان توفير مبالغ طائلة بواسطة الرصف بهذا النوع الجديد من الأسفلت .

مزايا الرصف بالأسفلت عموما

(١) الرصف بالأسفلت يدوم طويلا .

(٢) لاتثور منه أتربة .

(٣) سطحه مادة غير مسامية ويسهل غسله وتنظيفه .

(٤) لا يسمع صوت حركة المرور عليه .

(٥) سهولة قطعه وإصلاحه .

(٦) صعوبة الانزلاق عليه تجعله مأمون العواقب .

الرصف بالبلاط

SETT PAVEMENTS

الرصف بالبلاط (الترابيع) معروف من قديم وقد تناولته يد التحسين فيما تناولته من بحث وسائل تسهيل المرور وتنظيف الطرق وتخفيف متاعب الراكبين والسائرين فأدخلت عليه تغييرا فيما يتعلق بمساحاته وأنواعه وأوضاعه .

وهذا النوع من الرصف على مايحدثه من الجلبة عند مرور العربات عليه يعتبر من حيث المتانة فى رأس قائمة أنواع الرصف . وهو فوق ذلك سهل التركيب سهل الأصلاح .

ورصف الطريق بالبلاط يكون بأحد الأنواع الآتية : —

(١) البلاط (الترابيع) الحجارى «Stone Setts»

(٢) قوالب الأسفلت «Asphalt Bricks»

(٣) المربعات الخشبية «Wood Setts»

(٤) قوالب الطوب «Bricks»

البلاط الحجارى

مساحاته وأنواعه : تختلف مساحات الترابيع الحجارى المستعملة فى الرصف من ٣٠ × ٢٠ سم فما فوق للقطعة الواحدة إلى ١٠ × ١٠سم تبعا لحركة المرور العامة فى الطريق الذى يرصف بها من حيث كونها ثقيلة أو خفيفة .

وأهم مايلاحظ فى اختيار هـذه الترابيع للرصف أن يكون نوع أحجارها قويا ناشفا «Tough» متجانسا «Homogeneous» ليقاوم التآكل «Abrasion» والتقشير «Scaling» والتشقق «Cracking» ، كذلك تكون عديمة المسام يصعب الانزلاق عليها .

وفى القطر المصرى تمتاز أحجار جرانيت أسوان «Granite» وبازلت أبى زعبل «Basalt» بتوفر هذه الخواص فيها وإن كان الجرانيت أفضل فى الاستعمال من البازلت لأن الأخير يسهل الانزلاق عليه بسرعة بعد مرور الحركة العامة بأيام قليلة .

ونظراً للمنافسة الحـادة بأوروبا فى تخفيض أسعار الأنواع الجيدة من أحجار الجرانيت والبازلت التى دلت التجـارب على متانتها فأنها تستورد منها بكثرة .

والأحجار الجيرية فى القطر المصرى لينة طرية ولا يصلح منهـا للرصف حتى أصلبها نوعاً لأنها بحكم تكوينها فى الطبيعة طبقة فوق أخرى يكون من السهل تقشيرها .

والحجر الأحمر المستخرج من العباسـية يقاوم التآكل ولـكنه يتشقق تحت تأثير الحركة .

نحت البلاط (DRESSING OF STONES)

عند استخراج الأحجار من المحاجر لنحتها وتسويتها يلاقى النحاتون صعوبة فيما يختص بالجرانيت والبازلت نظراً لمتانتهما من جهة ولأنه من الضرورى من جهة أخرى أن تكون كل قطعة منحوتة مستقيمة الحروف

قائمة الزوايا مستوية السطح والجوانب ليكون الفراغ بين كل قطعة وأخرى عند وضعها فى الطريق أقل مايمكن . كذلك تكون القطع متساوية المساحة والحجم بقدر الأمكان ليكون فى الاستطاعة الحصول على سطح مرصوف من البلاط غير المتصل اللحامات أو على حد تعبير العمال مقطوع الحلول «Breaking Joints» وبذلك ينحصر أى تلف فى النقط المعينة التى يحدث فيها ولا يمتد إلى سواها بطول الطريق

وبالنسبة لأنه من غير الميسور — نظرا لصعوبة نحت الأحجار المتينة — الوصول بالبلاط إلى المقاسات المطلوبة بكل دقة . لذلك فقد تتخلف عن عمليات النحت نسب معينة من البلاط المنحوت تزيد أو تقل فى أبعادها المقررة ويكون من العبث عدم الاستفادة بها .

ولهذا يستحسن أن يلاحظ فى وضع المواصفات المتعهدين أن يسمح لهم بتجاوز الأبعاد المطلوبة للبلاط الجارى توريده تجاوزا معقولا بنسبة بسيطة لأن مثل هـذا التجاوز يحمل المتعهد على تقليل عطائه .

ويمكن أن تكون المواصفات فى حدود الأبعاد الآتية : —

طول القطعة من البلاط يكون من ١٩ إلى ٢١ سم

عرض » » » » » ١٣ إلى ١٥ »

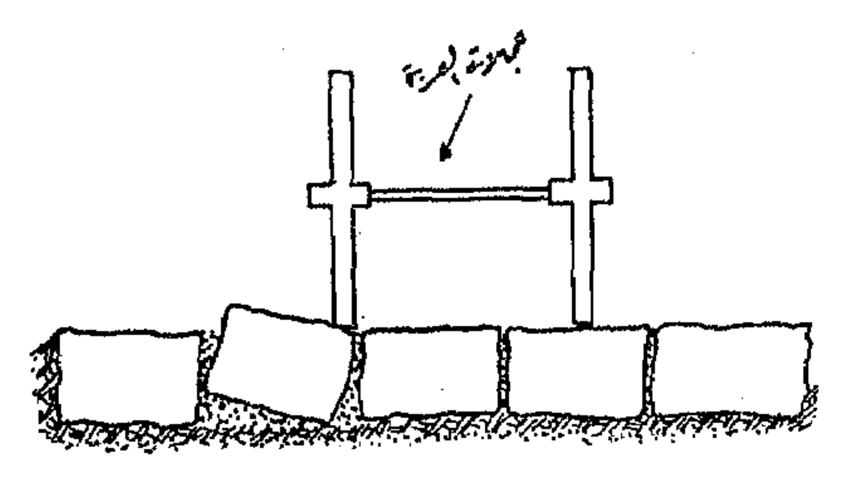
ارتفاع » » » » » ١٤ إلى ١٥ »

وفوق هذا يكون مسموحا بتوريد نحو ١٠ ٪ من الكمية المطلوبة بأبعاد ٢٣ × ١٧ × ١٦ سم وكذلك ١٠ ٪ من الكمية لاتقل عن ١٧ × ١١ × ١٣ سم .

وهذه النسب فضلا عن أنها تكون عاملا فى تخفيض السعر فقد

تكون الحاجة إليها شديدة أثناء العمل المساعدة على قطع الحلول .

ونحن نكرر هنا ما سبق أن قلناه وهو أن الرصف كلما دقّت جزيئاته كان أمتن من غيره . وعلى هذا يكون البلاط الصغير أفضل من البلاط الكبير فى الرصف . لأن قطعة البلاط التى مساحتها ٣٠ × ٢٠ سم مثلاً تحتاج إلى عناء فى نحت سطحها الأسفل وعناية كبيرة فى تبيتها بين القطع المجاورة . وأى تقصير فى ملاحظة ذلك يتسبب عنه تلف الطريق تحت العجلات كما يرى فى الكروكى حيث تنشأ الحفرات ويركد بها الماء ويكون من الصعب إعادة البلاط إلى أصله إلا إذا نزعت مساحة كبيرة منه وأعيد تركيبها .



تركيب البلاط وأوضاعه

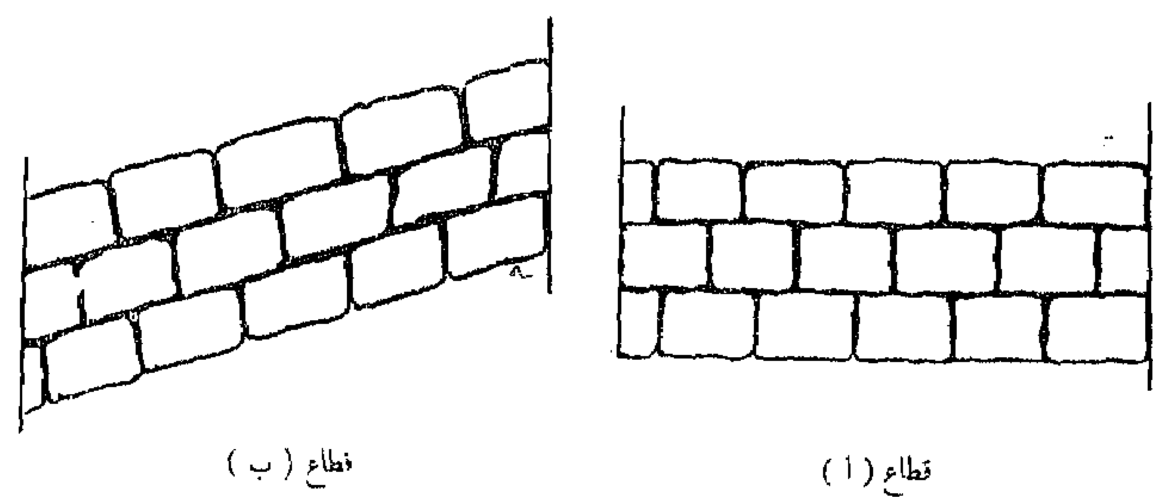
يمكن اعتبار أبعاد البلاط الذى يناسب أغراض الرصف هى ١٨ × ١٢ × ١٥ سم مع ملاحظة النسب الموضحة آنفا فيما يتعلق بالزيادة والنقص فى الأبعاد المذكورة .

وليس من الضرورى فقط أن يكون سطح البلاط مستويا استواء لانعومة فيه كيلا يسهل الانزلاق عليه بل يجب أيضا أن يكون الاستواء

فى جوانب البلاط بارتفاع من ٨ إلى ١٠ سم وكذلك قاعدته ليكون فراغ اللحامات صغيرا بقدر الاستطاعة وليمكن أن يرتكز البلاط على قاعدة ثابتة لا تتزعزع. ولتحقيق ذلك توضع طبقة من الرمل بسمك من ١ إلى ٢ سم على سطح الطريق المدكوك بالمندالة . وبعد رص البلاط بجانب بعضه على تلك الطبقة — مع ملاحظة قطع الحاول — تملأ اللحامات بالرمل الذى يدفع فيها بواسطة (الفزغزة) ثم تفرغ هذه اللحامات بعمق يتراوح بين ٣ و ٥ سم وتكحل بالأسمنت حيث يصبح السطح عازلا لا تتسرب المياه منه إلى القاع .

والكحلة بالأسمنت وإن كان يترتب عليها منع تلف الطريق والأتيان عليه من أساسه إلا أنها تجعله فى الوقت ذاته أقل مرونة تحت حركة المرور ولذلك يستحسن الاكتفاء بأن يكون البلاط ثابتا على أساس من الرمل وتكون لحاماته مملوءة بالرمل أيضاً من غير كحلة .

والبلاط يوضع فى خطوط متعامدة مع طول الطريق أو فى خطوط مائلة حسب الشكلين (ا) و (ب) .

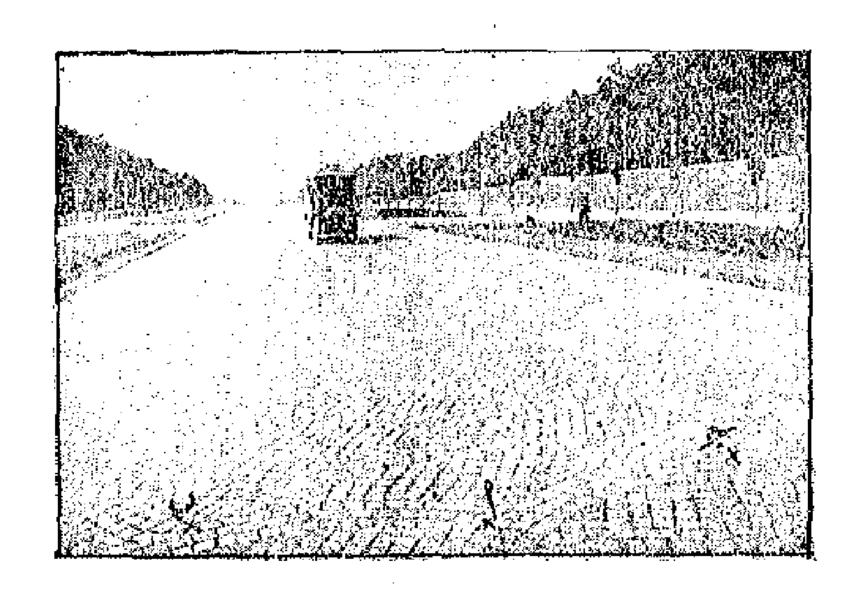


قطاع (ب)　　　　قطاع (ا)

وأحسن الأوضاع للبلاط هو الوضع المائل لأن العجلات فى هذه

الحالة لاتسير باستمرار فى خطوط اللحامات فلا يتأكل البلاط وكذلك يقل حدوث الاهتزاز للعربات .

ومن الأوضاع المائلة ما يمكن أن يستعمل فيه البلاط المربع الأضلاع بأبعاد من ٥ × ٥ سم إلى ٨ × ٨ سم . وطريقة تنفيذه تتضح من الرسم التالى حيث يضع البنّاء نفسه فى نقطة فى الطريق مثل (ا) ثم يرسم قوسا (ب م) ويملأ الفراغ بالبلاط الذى لايلاحظ فيه قطع الحلول مادامت مسافة اللحامات صغيرة وما دام البلاط مرتكزا على الأساس تماما وما دام السطح مستويا . وتتكرر هذه العملية فى نقط أخرى حسب الشكل حتى ينتهى رصف الطريق ثم تملأ اللحامات بعد ذلك بالرمل أو الزفت اللين .



أساس الرصف بالبلاط

فى الطرق المزدحمة بالحركة التجارية لا تكفى طبقة الرمل كأساس للبلاط بل تستعمل خرسانة الأسمنت العادية أو المسلحة حسب طبيعة أرض الطريق الذى سيرصف .

كذلك يمكن الاستفادة بالمكادام وجعله أساسا للبلاط . على أن الغالب هو الاكتفاء بطبقة الأرض المادية المضغوطة بالمندالة أو غيرها بحيث تكون فوقها طبقة من الرمل كفرشة وأساس للبلاط .

نتائج وملاحظات

(١) يعيش الرصف بالبلاط مدة تزيد في بعض الأحيان عن عشرين سنة تحت حركات المرور الثقيلة .

(٢) يسهل تركيبه كما يسهل إصلاحه عند تلفه .

(٣) تحدث جلبة عظيمة عند مرور عربات النقل عليه ولكن السيارات ذات العجلات الكاوتشوك لا تحدث مثل هذه الضوضاء . ولهذا يستحسن عدم رصف الأحياء التجارية المزدحمة بوسائل النقل بالعربات بهذا النوع من الرصف .

(٤) الأزقة والحوارى الضيقة التى لا تسع الوابورات الهراسة وكذلك الحوارى أو الشوارع المرتفعة المناسيب التى لا يمكن الوصول إليها إلا بدرجات (سلالم) حجرية لا يمكن رصفها بغير البلاط . كذلك يستعمل البلاط فى رصف مواقف العربات وعمل تبليطات الحنفيات وخلافها .

(٥) فيما عدا الفصل الممطر من العام حيث تكثر الأوحال فى الطرق المرصوفة بالبلاط يمسك البلاط بحوافر الحيوانات ويمنعها من الانزلاق ويعينها على جر أثقالها .

(٢) قوالب الأسفلت .

هذا النوع من الرصف معروف فى القطر المصرى وهو حائز لكل المزايا التى تتوفر فى الرصف بالأسفلت كالنظافة والمرونة وطول الاحتمال وعدم حدوث جلبة عند السير عليه .

وفى الكبارى حيث تعمل الاهتزازات المستمرة على تشقق الأسفلت إذا رصفت به أرضيتها يمكن الاستفادة بالرصف بقوالب الأسفلت لأن اللحامات تقاوم فعل الاهتزازات وتقلل من تأثيرها .

والأساس الذى توضع عليه هذه القوالب يكون عادة خرسانة الأسمنت ذات السطح المستوى .

والقوالب تكون متساوية الأبعاد ليسهل وضعها بجانب بعضها مع قطع الحلول وضيق مسافة اللحامات وحتى لا يكون أى بروز فى أى قالب عاملا من عوامل كسره وتفكك مجموعة الرصف.

وقوالب الأسفلت تكون إما من نوع مسحوق الأسفلت الصخرى المضغوط أو مخلوط خرسانة الأسفلت . وعيب النوع الأول أنه لايقاوم التآكل كثيرا . كما أن عيب الثانى سهولة تكسره نظرا لعدم تجانس مكوِّناته . على أنه إذا لوحظ استواء سطح قوالب مسحوق الأسفلت الصخرى فأن العيب الذى فيه لا يكون عظيم الأثر ويدوم احتمال الطريق المرصوف به عشرة أعوام أو أكثر . وفوق هذا فأنه لا يساعد على الانزلاق . ومن أجل ذلك فهو جليل الفائدة فى مثل القطر المصرى الذى وإن قلّت فيه مياه الأمطار فأن من الضرورى جدا رش كميات كبيرة من المياه لتهدئة الأتربة الكثيرة التصاعد .

(٣) المربعات الخشبية

ليس الرصف بالمربعات الخشبية معروفا بالقطر المصرى نظرا لانعدام الأشجار التى تستخرج منها هذه المربعات ولأن تكاليف نقلها من الجهات التى تكثر فيها تضيف إلى النفقات زيادة لا تشجع مهندس الطرق على محاولة استخدامها خصوصا فى بلد كالقاهرة قد يتسع الرصف فيه إلى مساحات كبيرة وذلك فضلا عن أن جفاف الجو فى القطر المصرى يتسبب عنه تمدد هذه المربعات وتشققها .

على أن من مزايا الرصف بالمربعات الخشبية فى الجو الذى يلائم طريقتها النظافة وعدم الانزلاق وقلة الضوضاء والحياة الطويلة وموافقة كل أنواع حركة المرور العام .

ومنذ سنوات قليلة كان الأسفلت الناعم يستبدل بهذه المربعات فى كثير من الأحيان ولكنها لم تلبث أن عادت للظهور حيث وضحت أفضليتها عن الأسفلت .

والنوع القوى من الأخشاب المستخرجة من غابات أوستراليا يناسب أغراض الرصف ولكن تنقصه المرونة الكافية ويسهل تشققه فى حين أن الأنواع اللينة من الخشب كالسرو والصنوبر وغيرها تفيد فى الرصف وتأتى بنتيجة طيبة خصوصا عندما تصبح عازلة بعد دهانها بالمادة القطرانية الكريوزوت (Creosote) تحت الضغط كما يحصل فى دهان الفلنكات الخشبية التى توضع عليها قضبان السكك الحديدية .

أساس المربعات الخشبية

توضع هذه المربعات على أساس يكون سطحه ناعما ومستويا بقدر

الأمكان ليكون الرصف بها ثابتا ومتينا . ويمكن أن يتحقق ذلك بجعل الأساس من خرسانة الأسمنت كما يحصل فى الرصف بقوالب الأسفلت ويغطى سطح الخرسانة بمونة الأسمنت التى يمكن تسويتها إلى المنسوب المطلوب لتوضع المربعات الخشبية فوقها فى اتجاه متعامد على محور الطريق مع ملاحظة قطع الحلول .

فراغ التمدد

لما كانت مربعات الخشب تتأثر كثيرا بالتقلبات الجوية وتكون عرضة للتمدد فالتشقق لذلك فأن من أهم مايلاحظ عند الرصف بها الاحتياط لهذا التمدد . وقد أعطت بعض الشركات عناية لهذه الناحية حتى أنها جهزت جانبين من كل قطعة من الخشب بصفيحة مرتبطة بها بواسطة المسامير ويبلغ سمكها نحو ½ بوصة . وعندما توضع المربعات بجانب بعضها البعض وبها هذه الصفائح يكون هنالك بين كل واحدة وأخرى فراغ يمكن ملؤه بالقار اللين أو الزفت إلى أن يصل منسوب سطح الطريق وبهذا تنضغط مادة القار عند التمدد ولا تتقوس المربعات ولا تتشقق .

تغطية سطح المربعات

بعد أن يتم وضع المربعات ويمتلىء الفراغ بينها بالقار أو الزفت ترش إحدى المادتين فوق السطح جميعه وتلقى فوقها الرمال لتكون وقاية لسطح المربعات بحيث إذا تلاشت هذه الطبقة بفعل المرور يصير تجديدها .

ومثل هذا الرصف يعيش من ١٥ إلى ٢٠ سنة . وفي نهاية هـذه المدة يمكن إعادة استعمال جزء كبير من المربعات التي كانت بعيدة عن الحركة محتفظة بمتانتها أما الباقي فيمكن الاستفادة به في الحريق .

(٤) قوالب الطوب (BRICKS)

يجب أن يكون الطوب المستعمل لرصف الطرق متينا وجافا ليقاوم تأثير التقلبات الجوية التي يتعرض لها . كذلك يلاحظ ألا يلين أو يتفاعل مع الزيوت أو الأحماض التي قد تتساقط عليه .

ويجب ألا تزيد درجة امتصاصه الماء إذا وضع فيه مدة ٤٨ ساعة عن ٢ و ٠٠٪ من وزنه .

وأحسن أنواع الطوب ما كان مانعاً للانزلاق متجانساً في تكوينه عديم التشقق منتظم الأوجه والزوايا .

والنوع الذي تقطع طينته بالأسلاك خير مما يتشكل في القوالب .

ويلاحظ ضماناً لاستكمال متانة الطوب أن يترك مدة كافية يبرد فيها بعد الاحتراق .

الرصف بالخرسانة

CONCRETE ROADS

لقد اتسع الرصف بالخرسانة فى السنوات القليلة الماضية كمحاولة من المحاولات الحديثة لتحسين الطرق . ولقد كان هـذا النوع من الرصف كثير الأنتشار فى الولايات المتحدة بأمريكا وفى بعض الأقطار الأخرى.

والرصف بالخرسانة يقتصر فى بعض الأحيان على أساس الطريق ويتناول فى الأحيان الأخرى الطريق كله أساسا وسطحا .

ولقد سبقت بنا الأشارة إلى أن أساسا من الخرسانة يكون ضروريا أحيانا تحت الأسفلت أو البلاط أو المربعات الخشبية باشتراطات خاصة وهنا نتكلم بتوسع عن كيفية عمل ووضع خرسانة الأساس .

خرسانة الأساس CONCRETE FOUNDATION

بعد أن يسوى قاع الطريق طبقا للقطاعات الطولية والعرضية تمر عليه الماكينة لدكه وضغط بعض الأحجار فيما يكون به من المنخفضات ثم توضع حواجز جانبية من البردورة أو غيرها لتحديد عرض الطريق المرصوف ، وبعد أن يرش القاع بالماء يلقى عليـه مخلوط الخرسانة الذى يتكون من الزلط والرمل والأسمنت والماء بنسب تختلف باختلاف أحجام الزلط وتتفق مع ماتؤيده التجارب العملية بحيث إذا كان الزلط بأبعاد نحو ٥ سم تكون نسب المكونات من الزلط والرمل والأسمنت هى ٦ : ٣ : ١ .

خلط الخرسانة

تخلط مكونات الخرسانة بالنسب المتقدمة فى جهاز ميكانيكى يسهل فيه نهو هذه العملية بدقة وانتظام فى أقل زمن ممكن بحيث تضاف هذه المكونات جافة ويلقى عليها الماء أثناء تقليبها بكميات تكفى لجعل المخلوط وسطا بين اليابس واللين (اللبانى) حتى يمكن دكه فى الطريق من جهة ولا تحول ليونته بين التصاق مونة الأسمنت بالزلط من جهة أخرى وبذلك يحتفظ المخلوط بالمتانة المطلوبة .

إلقاء الخرسانة بالطريق

بعد تجهيز قاع الطريق كما قدمنا وبمجرد خلط الخرسانة وقبل أن تشك (Set) تلقى على الطريق وتفرش بانتظام ثم تدك بالمندالة «Rammer» لتنضغط فى موضعها . وإذا كانت الخرسانة ستستعمل أساسا للأسفلت أو الطوب أو البلاط فتغطى بطبقة من مونة الأسمنت ليكون سطحها مستويا وصالحا لوضع طبقة السطح النهائية فوقه .

ومن المفيد أن يترك فراغ بين الخرسانة وبعضها فى طول الطريق كل خمسين مترا على سبيل الاحتياط فى حالة التمدد تبعا لاختلاف الأحوال الجوية . على أن ذلك يمكن الاستغناء عنه إذا كان عرض الطريق ١٢٫٠٠ مترا فأقل .

تسليح الأساس REINFORCEMENT.

إذا كان الأساس الذى يوضع طبقا للقواعد المتقدمة بسمك ١٥سم فأنه يحتمل الأثقال التى تمر عليه لغاية ٢٠ طنا على كل قدم مربع مادامت

الأرض تحته ثابتة. أما إذا كان قاع الطريق مزعزعا فيكون من الأفضل والأوفر تسليح الخرسانة بدلا من زيادة سمكها . ومثل هـذا التسليح يمكن إعداده فى مكان الرصف فتوضع الأسياخ الحديدية على أوتاد مثبتة فى القاع ومرتفعة عنه ٥ سم ثم تلقى الخرسانة فوقها وتدفع فيما بينها لتملأ الفراغ السفلى ثم يتم إلقاء طبقة الخرسانة كلها إلى الارتفاع المعيّن وتدك بالمندالة حتى تثبت .

ومهما اختلفت بداية الشك «Initial Set» فى الخرسانة وكذلك نهايته «Final Set» باختلاف نوع الأسمنت المستعمل فأن الشىء الثابت أن مثل هذا الأساس لا يصح أن تمر عليـه الحركة العامة لمدة أقلها عشرة أيام صيفا وأربعة عشر يوما شتاء فى مثل القطر المصرى . أما فى إنجلترا والأقطار الممطرة الشبيهة بها فتزيد هـذه الفترة ٥٠ ٪ فى كل حالة . ويلاحظ أن تظل الخرسانة طول هذا الزمن رطبة بواسطة تغطيتها عقب الشك إما بالزكايب المبللة أو الرمل المشرب بالماء .

الطريق الخرسانى (ALL CONCRETE ROAD)

يمكن أن ينشأ الطريق كله أساسا وسطحا من خرسانة الأسمنت . وفى هذه الحالة يجهز القاع كما هو الحال فى خرسانة الأساس ثم توضع طبقتا الأساس والسطح باختلاف فى التكوين بحيث يكفى فى الأحوال العادية أن يكون سمك الطبقتين معاه ١٥سم على اعتبار أن سمك الأساس ١٠ سم والسطح ٥ سم وبشرط أن تكون كل طبقة مكونة كالآتى : —

(١) الطبقة السفلى (الأساس) : تتكون من ثمانيـة أجزاء من

الزلط والرمل معا وجزء من الأسمنت .

(٢) الطبقة العليا (السطح) : تتكون من ثلاثة أجزاء من الرمل وجزء من الأسمنت .

وتخلط خرسانة كل طبقة فى نفس الجهاز المستعمل لخلط خرسانة الأساس

طريقة الرصف

عند ما يتم خلط خرسانة الأساس تلق على الطريق بالارتفاع المعين ثم تدك بالمندالة . وقبل أن تشك تلقى الطبقة الثانية فوقها ليتم الالتحام بين الطبقتين ثم تدك أيضا إلى أن تظهر مونة الأسمنت على السطح فيكون ذلك دليلا على أن الضغط قد وصل إلى جميع أجزاء الخرسانة . وبعد أن تشك وتجف تكنس بفُرشة صلبة لتقل نعومة السطح ويمتنع الانزلاق عليه .

والميول الطولية للطريق المرصوف بالخرسانة تكون عادة بنسبة ١ : ٦٠ وهى تكفى لتصريف المياه وعدم ركودها .

تسليح الطريق الخرسانى

يمكن تسليح الخرسانة فى هذه الحالة أيضا . وذلك التسليح قد يتناول الطبقة السفلى فقط أو هى والعليا معا .

فإذا كان التسليح قاصراً على طبقة الأساس فتوضع الأسياخ الحديدية فى ثلث ارتفاع الطبقتين من أسفل وتكون الخرسانة فى هذه الحالة بمثابة دعامة قوية (عتب) تحتمل مافوقها من أثقال .

أما إذا كان التسليح في الطبقتين فأن أسياخا توضع أيضا في ثلثي الارتفاع من أسفل بحيث تربط الأسياخ العليا والسفلى بأسلاك رفيعة . وتسليح طبقة السطح تفيد في مقاومة التشقق الذي يحدث غالبا نتيجة لتقلب الجو واختلاف درجات حرارته .

فراغ التمدد Expansion Joints

يلاحظ في الطريق الخرساني أيضا أن تترك مسافات فارغة من الخرسانة لأجل التمدد بحيث تملأ بمادة لينة قد تكون قطران الفحم أو زفت الأفران الهوائية أو بعض أصناف القار الأخرى إذ أن هذه المواد توقف الحركة المستديمة التي تحدث في الخرسانة بفعل التمدد والتقلص عن أن تعمل على تشققها .

وحركة التمدد المذكورة تختلف بالليل عنها في النهار . فعندما تتسلط أشعة الشمس أثناء النهار على الطريق الخرساني تتأثر طبقته العليا بالحرارة فتتمدد وتبقى الطبقة السفلى بعيدة إلى حد ما عن التأثر بالحرارة فيقل تمددها .

وفي الليل تنعكس النظرية لأن الهواء البارد يؤثر في الطبقة العليا فتتقلص في حين أن ما تحتها يظل محتفظا بحرارته فيقل تقلصه أو يمتنع .

دهان الطريق الخرساني

من المعتاد عمليا دهان سطح مثل هذه الطرق بالقطران أو القار قبل أن تفتح للمرور العام لأن هذا الدهان يكسب السطح شيئا من المرونة ويحميه من التعرض للاحتكاك بحركة المرور .

مواصفات المواد المستعملة فى الخرسانة

(ا) الأسمنت

يلزم أن يكون نوع الأسمنت متفقا مع المواصفات البريطانية بحيث يكون متماثل الصنف فى جميع الكمية لأن أى اختلاف فى نوع الأسمنت المستعمل فى مخلوط الخرسانة يتسبب عنه ضعفها .

وأحسن أنواع الأسمنت هو ما كان الشك فيه بطيئا . على أنه إذا اقتضت الظروف فتح الطريق الذى يرصف بالخرسانة للمرور العام بسرعة فيختار الأسمنت من النوع القوى الذى يكسب الخرسانة فى سبعة أيام قوة لا تتوفر من الأسمنت العادى إلا بعد ثمانية وعشرين يوما . ومن هذا النوع القوى الأسمنت الشبِّى (Alluminus Cement) .

(ب) الزلط

يستعمل الزلط أو قطع الأحجار فى الخرسانة . وما كان منها ذا أركان حادة يكون أفضل من المستدير . ويشترط فى الأحجار المستعملة أن تكون قوية ناشفة بحيث إذا كسرت لا تنفلق عن طبقات مستطيلة.

ويلزم أن يكون الزلط أو قطع الأحجار نظيفة خالية من التراب والطين وغير ذلك ويستحسن لضمان نظافتها أن تغسل بالماء قبل الاستعمال .

وإذا كانت الخرسانة ستوضع فى الأساس فقط فتكون أبعاد الأحجار اللازمة لها ٥سم ويصح استعمال كمية أخرى تمر من عيون غربال سعة ٣ سم .

أما إذا كانت الخرسانة لطبقتى الطريق فتكون أحجار خرسانة الأساس بمقاس ٤ سم .

(ج) الرمل

يكون الرمل المستعمل فى الخرسانة نظيفا خاليا من التراب والطين. وللتحقق من ذلك يمكن غسله . ويكون حجمه بحيث يمر من عيون غربال فتحته ¼ بوصة مع التجاوز عن نحو ١٠ ٪ من الكمية لتمر فى غربال به خمسون عينا فى البوصة الطولية . ومن المفيد أن يكون بالرمل نسب متساوية من أنواعه الثلاثة الخشن والمتوسط والناعم على أن تكون كلها ذات أركان حادة .

(د) الماء

يشترط فى الماء الذى يضاف إلى مخلوط الخرسانة أن يكون نظيفا وعذبا.

(هـ) التسليح

يلزم أن يخلو الحديد المستعمل فى تسليح الخرسانة من الزيت أو البوية أو أى مادة أخرى تحول دون تماسكه بالخرسانة . ويشترط ألا تقل قوة شد الحديد عن ٦٠٠٠٠ رطلا على البوصة المربعة بحيث يحتمل الثنى حول أحد قطريه وهو بارد لدرجة ١٨٠° ثم يمكن تقويمه من غير أن ينكسر .

وعلى العموم فمن الضرورى حفظ عينات من كل المهمات اللازمة للعمل لمقارنتها بكل كمية تستورد والتأكد من مطابقتها لها .

والمؤلفان لا يريان هـذا النوع من الرصف مناسبا للاستعمال فى طرق كطرق القاهرة وفى جو كجو مصر .

مزايا الرصف بالخرسانة

(١) سطحها ناعم ويقل الانزلاق عليه .

(٢) سطحها خال من الطين والتراب .

(٣) عند ما يتآكل سطح الخرسانة بفعل الزمن يبقى أساسها صالحا لأى نوع من الرصف كالأسفلت أو غيره .

عيوب الرصف بالخرسانة

(١) من المستحيل إصلاحها فى حالة التلف بدرجة يعود الطريق فيها إلى تماسكه الأصلى . والترميمات السطحية فى الخرسانة متعذرة التنفيذ .

(٢) إذا اقتضى الحال كسر الخرسانة فيكون ذلك من الصعوبة بمكان وخصوصا إذا كانت مسلحة .

(٣) عملية الرصف بالخرسانة تحتاج إلى أيام فى الأنشاء تقف فيها حركة المرور بالكلية وتتعطل مصالح الناس إذا لم توجد طرق أخرى تتحول إليها الحركة .

الطرق الزراعية

AGRICULTURAL ROADS

لم يكن الناس قبل اليوم يشعرون بأهمية الطرق الزراعية وضرورة تمهيدها وتذليل عقباتها لأنهم كانوا ينتقلون عليها من قرية إلى أخرى على ظهور الدواب . وبتلك الوسيلة أيضا كانوا ينقلون محاصيلهم للبيع والشراء . وكان يتساوى فى ذلك ضيق الطريق واتساعه وتمهيده وعدم تمهيده .

أما اليوم وقد أصبحت الحمير والبغال لا ترى إلا نادرا وكادت تلحق بالآثار القديمة البالية بعد أن حلت محلها تلك القوى الميكانيكية السيارة التى تسابق الريح والتى أصبح ميسورا لكل إنسان أن يستعملها فى أسفاره ونقل أثقاله فقد صار من الضرورى العناية بتلك الطرق فى تمهيدها وصيانتها بما يتناسب مع أهميتها لأن لها من الحيوية بالنسبة لمصالح الزارع والتاجر والمقيم والمسافر مثل ما للشرايين فى جسم الانسان .

والطرق الزراعية فضلا عما تقدم تكاد تكون الوسيلة الوحيدة التى تستعين بها الحكومة فى أداء وظيفتها فى المحافظة على الأمن العام واتقاء الأخطار التى تتعرض لها البلاد من حوادث القدر كشبوب الحرائق أو حدوث نكبات من أى نوع كان إذ لولاها لما تيسر لعمال الحكومة فى كثير من الظروف أن يصلوا إلى أماكن الخطر فى الوقت المناسب لاتقاء أضراره القاسية .

وفوق هذا وذاك فأن الطرق الزراعية تسهل مهمة الأطباء فى الانتقال

لتدارك المرضى وإنقاذ المصابين، وكم من حالات كاد يذهب فيها المريض ضحية البطء فى إنقاذه لولا وجود هذه الطرق .

ومع أن هذه هى أهمية الطرق الزراعية فأنها لا تزال فى هذا القطر على الفطرة . من ذلك انحرافها فى أغلب الأحيان إلى القرى التى تقع بين نهايتيها ومرورها فى أزقتها وعطفاتها الضيقة ومضايقتها السكان والركاب فى وقت واحد .

كذلك فأن أغلب الطرق خالية من الأشجار المغروسة على الجانبين والتى لها إلى جانب مهمة تظليل المارين والراكبين خاصية إكساب الطريق متانة وتماسكا بامتداد جذورها وشعبها واندماجها فى تراب الطريق خصوصاً مع توالى رشه بالماء .

ونظراً لخلو الطرق من الأشجار فأن حرارة الشمس تفعل فعلها فى تجفيف ترابها من رطوبته العادية ومن مياه الرش أيضا ويترتب على ذلك هبوبه باستمرار خلف السيارات عند مرورها .

وليس ما تقدم هو كل العيب المشاهد فى الطرق الزراعية بنظامها الحاضر لأن أغلب هذه الطرق لا يعدو أن يكون جسر ترعة أو مصرف وهذه الجسور بحكم حرص المزارع على رى أرضه فى دوره أو فى غير دوره معرضة لمدد لا يستهان به من القطوع التى تدل عليها مئات بل ألوف المحاضر التى تشهدها لجان المخالفات فى جميع الأنحاء . ومن الآن إلى أن يتم ذلك المشروع الهام القاضى بتعديل الفتحات وتحديدها من ناحيتها بالمبانى الثابتة ستبقى هذه الطرق تحت رحمة المزارع يعمل فيها بالقطع والتقصير . وفى ذلك ما يجعل المواصلات عسيرة بل فى بعض

الأحيان مستحيلة . وكثيرا ما سمعنا بحوادث سقوط بعض السيارات فى الترع أو المصارف نتيجة ذلك .

هذا من جهة ومن جهة أخرى فأن ناتج تطهير هـذه الترع والمصارف الذى يخرج منها سنويا يلقى دائمـا على جسورها ولذلك يبقى الطريق دائم التفـكك فتثور أتربته وتؤذى المـارة ولا ينفع فيها الرش لتثبيتها وتدعيمها .

لذلك قد يكون من المفيد جداً أن تنشأ الطرق الزراعية فى وسط الأراضى الزراعية بدلا من أن تـكون على جسور الترع والمصـارف لتلافى هذه الحالات التى تفسد الطرق باستمرار والتى ثبت أن أى رقابة أو شدة لا تحول دون وقوعها .

وإذا كان السبب الجوهرى فى اختيار تلك الجسور لتكون هى الطرق الرئيسية راجعا إلى سهولة الحصول منها على المياه اللازمة للرش بواسطة العمال والجرادل فقد آن لنا أن نستبدل بتلك الطريقة الأولية أخرى تتناسب مع المخترعات الحديثة وتتفق مع مبادىء الاقتصـاد . ويكفى أن نستخدم أوتوموبيلات الرش لهذا الغرض فتغنى عن آلاف العمال وتؤدى مأمورية الرش مرات عدة فى اليوم وبسرعة عظيمة ولا يحتم معها أن يكون الماء مجاوراً للطريق إذ يكون من السهل ملء هذه الأوتوموبيلات من أماكن معينة وتفريغها فى الرش ثم ملؤها بعـد ذلك وهكذا .

أما إذا كانت الفكرة فى اختيار الجسور لتكون طرقا زراعية ترجع لسبب اقتصادى فيجب أن يلاحظ أن الاقتصاد ليس فى تفادى دفع

نفقات كبيرة لنزع ملكية الأراضي اللازمة للطرق لتكون بعيدة عن الجسور بل يمكن توفيره من الصيانة المستديمة التي تستدعيها جسور الترع وما تحتاجه من رصف بالمكادام أو غيره وذلك بمرور الطرق في الأراضي الزراعية التي تحتفظ عادة بثباتها مادام مزروعا على جانبيها عدد كاف من الأشجار التي تعمل جذورها بعد تلاقيها عمل قوة التماسك خصوصاً وأن الزمن سيضاعف هذه القوة مادامت الطرق غير معرضة للقطوع والتغييرات التي تتعرض لها عادة لو أنها كانت جسورا للترع والمصارف .

ذلك فضلا عن أن الترع والمصارف لايراعى في تخطيطها قصرها أو استقامتها إذ المعوّل في إنشائها على المناسيب وتمكين أكبر مساحة من الأراضي من الانتفاع بها وبذلك تكثر تعاريجها عادة ويكون اختيار جسورها للمرور سببا في إضاعة الوقت على السائرين فيها .

ونحن وإن كنا ننصح بالبعد في اختيار الطرق الرئيسية عن جسور الترع والمصارف لايسعنا إلا أن نشير إلى أهمية جعل جسر النيل الغربي الممتد بطول الوجه القبلي طريقا رئيسيا للمرور في تلك المناطق وذلك باستعدال تعاريجه ورصفه إن أمكن بالمكادام ليكون وقاية ثابتة من غوائل الفيضان فوق جعله طريقا يشْرف على النيل ويحدّث الأجنبي والمقيم بتلك العظمة الطبيعية التي حبا الله بها هذا القطر السعيد.

وهل أدَلُّ على تلك العظمة الطبيعية وضرورة كشفها للسائحين من قول أحدهم الدكتور « أميل لدويج » الكاتب والمؤرخ الألماني الشهير لمندوب المقطم بعدد الجمعة ١٣ ديسمبر سنة ١٩٢٩ : —

« إن للنيل مقاما ساميا في نفسي ولا يسعني أن أنظر إليه من غير

أن يستحوذ عليّ شعور غريب لا أستطيع وصفه إلا بأنه مزيج من الاحترام والأعجاب . فقد سُحت كثيراً وجُلت فى بلدان كثيرة ورأيت أنهاراً كثيرة . ولكن ما من منظر أثَّر فى نفسى مثل منظر النيل حتى أنى لما اجتزته أمس بالسيارة عند وصولى الى العاصمة وتوجُّهى إلى فندق « مينا هاوس » رفعت له قبعتى تحية وإجلالا بمجرد وقوع نظرى عليه »

ونحن لا نجهل أن ذلك يتكلف ملايين الجنيهات ولكنها لا تكثر على الأغراض الجليلة التى تنتج عن إنفاقها فضلا عن أن من السهل توزيعها على ميزانيات سنين عدة فلا يكاد الأنسان يحس بيهظها .

وفيما يلى نبين فى القطاع (أ) الطريق الزراعى بحالته الحاضرة وفى القطاع (ب) الطريق الذى نقترحه .

القطاع (أ)

القطاع (ب)

الطرق الرئيسية

ARTERIAL ROADS

يصح أن تدخل الطرق الرئيسية تحت عنوان الطرق الزراعية لأن كلا منها تقطع طول مراحلها فى الخلاء وسط الزراعة بعيدة عن العمران.

والطرق الرئيسية تحمل فى اسمها معناها إذ تصل عادة بين بلدين كبيرين كالقاهرة والأسكندرية مثلا أو بين بلد وضاحية من ضواحيه كالقاهرة وحلوان أو هى ومصر الجديدة .

ومثل هـذه الطرق كانت فيما مضى من الزمان المسالك الرئيسية للأغراض الحربية والتجارية إلى أن عرف الناس السكك الحديدية فقلّ استعمالهم للطرق . ولكنها مالبثت أن عادت للظهور عند ما حملت إليها السيارات الحديثة رسالة الحياة .

على أن هذه السيارات واجهت عند ظهورها صعوبات جمة فى المرور على طرق خلقت لأغراض لا تتناسب مع ما تستلزمه هى من الاتساع والمتانة فى السطح . ولهذا فكرت السلطات المختصة فى كل بلد من بلاد العالم فى تهذيب الطرق الرئيسية وإدخال التحسين عليها بحالة شجعت على انتشار وسائل نقل جديدة . وهذه بدورها استدعت تحسينا آخر وهكذا إلى آخر السلسلة المتصلة الحلقات . وقد أصبح مفهوما أن دراسة الطرق يجب ألا تقتصر على ماتحت النظر الآن من وسائل النقل بل تمتد إلى المستقبل البعيد فتقدر ماسيأتى به التطور قياساً إلى الماضى وتحسب له حسابه .

وقبل أن نتكلم عن الطرق الرئيسية من الوجهة الهندسية يخطر لنا أن نسأل : هل من المصلحة تحسين هذه الطرق لتغذية حركة النقل بالسيارات التى أصبحت مزاحماً خطرا للسكك الحديدية ؟!!

والمسألة مهما بدت معقدة فى مثل القطر المصرى حيث تتولى الحكومة الاشراف على السكك الحديدية والطرق معا فأن الجواب سيكون من غير شك « نعم » لأن المنافسة سر التقدم على أى حال . وهى فى مثل هذه الحالة محدودة غير مطلقة إذ أن أسفار راكبى السيارات لن تكون إلا لمسافات قصيرة . أما فى المسافات الطويلة فالقاطرات السريعة أجدى على المسافر وأكثر توفيرا لراحته . كذلك فأن البضائع الخفيفة هى التى يمكن نقلها بواسطة السيارات أما الأثقال الضخمة فطريقها قطارات البضائع .

ونظرا لأنه لا يمكن الاستغناء بأحدى هاتين الوسيلتين عن الأخرى فى نقل المسافرين والبضائع فأن بعض ممالك أوربا كأيطاليا وانجلترا تعمل لتحسينهما معا حتى أن شركات السكك الحديدية فى انجلترا حصلت على سلطة من البرلمان تخولها حق العمل على تنظيم حركات السيارات طبقا لتطورها .

وفى الوقت الذى نضع كتابنا هذا تتوكد الأشاعات القائلة بأن الحكومة المصرية عاملة على تنظيم حركة السيارات وأن مصلحة السكك الحديدية تدرس مشروع إدارة خطوط سيارات لحسابها وذلك يدل على أن الحكومة المصرية أخذت تسير فى نفس الاتجاه الذى سارت فيه الدول الأوروبية .

ودراسة الطريق الرئيسى تتناول المسألتين الآتيتين : —

(١) كفاية الطريق لاحتمال حركة السيارات بنظامها وحجمها وسرعتها الحالية .

(٢) سهولة اتساعه وإلى أى مدى يكون ذلك الاتساع بعد خمسين سنة . وأى الأنواع من سيارات النقل ستظهر للوجود وماذا تقتضيه من الاستعدادات ؟ ! !

وفى هذه الحالة الأخيرة يصح وضع تشريع لحماية الأراضى التى قد تحتاجها الطرق مستقبلا من أى اعتداء . وعند تصميم الطريق ينظر إلى ما يحتاجه المستقبل من سعة على أن ينفذ من التصميم الموضوع جزء يناسب حركة المرور بحالتها الحاضرة حتى لا يتعارض مع ما تتطلبه الأيام المقبلة من توسيع واستكمال للتصميم .

ومن العوامل التى يجب توفرها فى اختيار الطرق الرئيسية وتصميمها أمن الراكب فيها والسائر عليها . وذلك يتحقق بما يأتى : —

(١) يكون أساس الطريق وسطحه بالمتانة التى تكفى لاحتمال حركة السيارات التى تصل حمولتها إلى اثنى عشر طنا محملة على ست عجلات مع النظر إلى المستقبل واحتمال زيادة الأثقال . وحيث تخترق الطرقُ الترعَ والمصارف والأنهار على كبارى تكون هذه الكبارى هى العامل الأساسى الذى يراعى فى السماح لسيارات ذات أثقال معينة للمرور بالطريق حتى لا تتأثر الكبارى المذكورة بمرورها عليها إذا زادت عن المسموح بها فى تصميم الكبرى .

ويلاحظ فى سطح الطريق أن يكون قليل الأتربة مانعا للانزلاق

ولا يحتاج إلى نفقات كثيرة لصيانته . وتحدد جوانبه بالبردورة أو غيرها منعاً الانزلاق الطريق عرضيا تحت الحركة الثقيلة التى تمر عليه .

وفى الولايات المتحدة ترصف مثل هذه الطرق بالخرسانة العادية أو المسلحة على نحو ما شرحناه فى الفصل الأسبق . وعندما تتآكل طبقة السطح توضع بدلا عنها طبقة من الأسفلت إذا كان يلائم الحركة المارة بالطريق .

(٢) يجب أن يكون اتساع الطريق كافيا لحركة المرور فى اتجاهيها . وفى البلاد الزراعية مثل القطر المصرى تخصص أجزاء من الطريق لسير المواشى والحمير بعيدا عن نهر الطريق المستعمل للسيارات كما يرى فى القطاع (ب) المبين فى آخر الفصل السابق .

ومن الضرورى أن تحدد سرعة السيارات التى تمر فى الطريق بحيث يلاحظ أن مثل هذه الطرق الرئيسية المزدحمة بالحركة لا يصح أن تكون ميدانا للسباق . وفى هذه الحالة يمكن تخصيص بعض الطرق للحركة البطيئة التى لا تتجاوز ٣٠ كيلو مترا فى الساعة والبعض الآخر للسيارات التى لا تزيد سرعتها عن ٧٠ كيلو مترا فى الساعة على ألاّ يكون مسموحا بزيادة السرعة المقررة تعويضا لأى وقت تكون السيارة قد أضاعته بسبب عطل أصابها أو ازدحام تعرضت له حرصا على سلامة الطريق وأمن سالكيه .

ولا يسمح بالمرور فى هذه الطرق إلاّ بعد دفع العوائد المقررة التى تكون فى كثير من البلاد مصدر إيراد كبير .

(٣) يلاحظ فى المنحنيات أن تكون بحيث يمتد البصر فى الطريق كله على قدر الإمكان لتمتنع الأخطار المفاجئة التى تحصل عادة عند المنعطفات الشديدة الدوران .

(٤) إذا اخترق الطريقُ السكةَ الحديدية فى أى نقطة يجب أن يكون ذلك فوق كبرى أو تحت نفق حتى لا تتعطل الحركة بسبب مرور القطارات وحتى لا تزدحم السيارات الصاعدة والنازلة فى انتظار فتح الطريق وينتج عن مزاحمتها لبعضها البعض أخطار كثيرة وذلك فضلا عما تتعرض له عادة أرواح الكثيرين من اصطدام القطارات بالسيارات لأى اهمال يقع من خفير البوابة فى قفلها فى الوقت المناسب .

(٥) من المهم جدا تصريف مياه الطرق خصوصا فى البلاد الممطرة حتى لا يترتب على ركودها تكوين الأوحال والحفرات وإيذاء الناس فى صحتهم وعرقلة سير العربات وغيرها . ويسهل تصريف مياه الطريق بتوجيه ميوله إلى حيث توجد البالوعات التى تنزل فيها المياه وتنصرف منها إلى المجموعات الرئيسية حيث لا يتأثر بها الطريق أو أساسه . وفى الطرق التى لا توجد بها المجارى تقوم الآبار المنشأة عند تقابل الميول وفى أكثر النقط انخفاضا بالطريق مقام البالوعات . على أن مسألة تصريف المياه فى مثل القطر المصرى ليست من المسائل التى تشغل البال كثيرا لقلة الأمطار به .

(٦) أفضل الطرق وأسلمها هو ما كان مقسوما إلى جزأين تسير إحدى حركتى المرور فى جزء والحركة المضادة لها فى الجزء الآخر . ويمكن تقسيم الطريق بوضع مآوى (جزر) (Refuges) فى وسطه حيث تزرع بها أشجار تظلل المارة . وهذا التقسيم يفيد فى منع الاصطدامات نهارا كما يمتنع معه تأثر سائقى السيارات بتألق أنوار السيارات المقابلة لها ليلا وذلك بانحرافها عن نفس اتجاهها .

(٧) حيث لا توجد الغابات والأشجار طبيعيا يجب أن تزرع الأشجار على جوانب الطرق لأنها لا تظلل السائرين فحسب بل تزيد الطريق متانة خصوصا إذا كان ترابيا وفضلا عن ذلك فأنها تكسب الطريق جمالا يخفف على السائرين فيه مشاق أسفارهم . ومزايا الأشجار تتناول الطرق جميعا سواء أكانت مدنية (Urban Roads) أم قروية (Rural Roads)

الافاريز

FOOT PATHS

إفريز الطريق هو الجزء الجانبي المجاور للمباني المرتفع عن منسوب الطريق المستعمل لحماية السائرين على الأقدام من تعرضهم للسيارات المارة فى نهر الطريق « Chaussé » ويفصل الافريز عن الطريق أحجار تسمى (البردورة) «Kerbs» تمنع انزلاق مادة رصف الطريق إلى الجوانب وتقى الأفريز المرتفع من الانهيار وتكون مرشدا للمياه المجاورة لها المنحدرة من محور الطريق فى السير الى حيث توجد البالوعات.

وقد بدأت الأفاريز أكواما من التراب ثم مُهِّدت هذه الأكوام. وبعد ذلك رؤى لأسباب صحية لها علاقة بالنظافة وتسهيلا لمشاق السائرين على الأقدام أن ترصف بمواد مختلفة أرخص نفقة وأقل سمكا من المواد المستعملة فى رصف نهر الطريق . ولهذا السبب أصبحت الأفاريز أفضل مقر لكل التخطيطات الأرضية «Canalisations» الخاصة بأسلاك التليفون

ومواسير الغاز وأنابيب المياه وغيرها تيسيراً لمهمة الحفر عليها وكشفها وتخفيفا للأنفاق فى إصلاحها . ذلك إلى أن المفروض — إن خطأ أو صوابا — أن تعطيل المارين بالقدم فى حالة الأصلاحات التى تجرى بالأفاريز أقل مضايقة للجمهور من تعطيل حركة مرور السيارات فيما لو كانت هذه التخطيطات واقعة فى نهر الطريق .

والأفاريز فوق كونها مخابىء للأغراض الأرضية التى أشرنا إليها فأنها المكان الآمن الذى توضع به مصابيح الأنارة العامة والأشجار وأعمدة الترام والتليفون وغيرها .

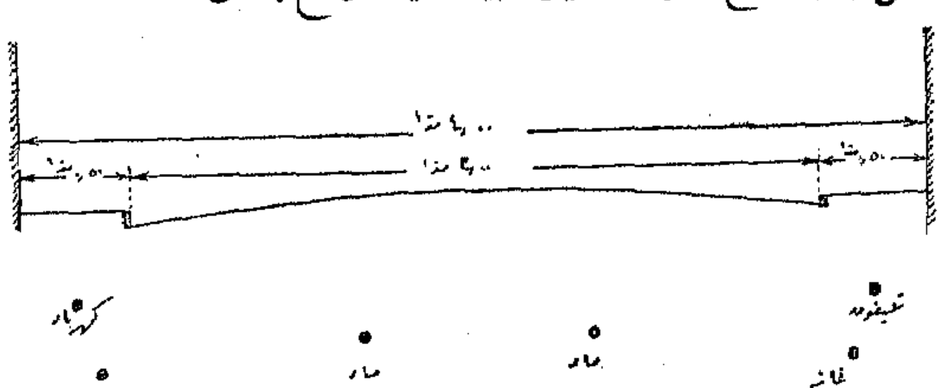
وفضلا عن هذا وذاك فأن بعض أجزاء الأفاريز - فى مثل القطر المصرى حيث الجو لا يحبب الناس فى البقاء بمنازلهم طويلا — تخصص لوضع كراسى المقاهى كما هو الحال فى الشوارع المتسعة بمدينتى باريس ومارسيليا .

عروض الأفاريز

يتوقف تقرير عروض الأفاريز على مراعاة الاعتبارات المحلية لكل طريق على حدة بحيث يكون ملاحظا أن يتوفر إلى جانب تسهيل حركة مرور السيارات بنهر الطريق اتساع كاف للأفاريز حتى لا يتضايق الجمهور الراجل وإن كان ذلك لا يتيسر فى غالب الأحيان حيث يقضى اتساع حركة السيارات وتطورها المستمر بتضييق بعض الأفاريز لتوسيع نهر الطريق مما يؤدى إلى قطع الأشجار المغروسة الباسقة كما حصل فعلا فى بعض شوارع القاهرة وباريس .

وأقل عرض للأفريز يكفى فى مدينة كالقاهرة للأغراض السابقة الذكر هو ٤٫٠٠ مترا حيث توضع مواسير المجارى من الأفريز فى أقرب مكان المنازل لتتصل بها مجاريها وتبنى فوقها على أبعاد حجرات التفتيش وتتصل بها البالوعات حيث تكون . ويتلو هـذه المواسير فى الوضع أسـلاك الـكهرباء التى تستعمل لأنارة المنازل . كذلك توضع أنابيب الغاز تحت الأفاريز وهى منبع أخطار قد تحصل إذا ما انفجرت وتسرب الغاز إلى المنازل كما أنه يميت الأشجار بمجرد اتصاله بجذوعها . ويلى أنابيب الغاز فى الوضع مواسير المياه التى يلاحظ جيداً أن تكون بعيدة عن التأثيرات الـكهربائية . وعلى مقربة من نهاية الأفريز توضع الأسلاك الأرضية للتليفون والترام وقد يكونان معا فى أفريز واحد أو يكون كل منهما تحت إفريز .

وتوضع فوق الأفاريز أعمدة الترام ومصـابيح الأنارة على أسس تنخفض عن منسوب سطح الطريق وكذلك تغرس الأشجـار بحيث لا تتعارض كل هـذه المنشآت مع مواقع التخطيطات الأرضية حتى لا تنشأ منها صعوبة فى حالة إجراء إصـلاحات بتلك التخطيطات . وفى الشكل (١) قطاع لطريق ضيق مبين عليه مواقع بعض هذه الأعمال : ـ



وفيما يلى من الجداول نبين أبعاد هـذه المواقع من خطوط التنظيم وانخفاضها عن منسوب سطح الأفريز واختلاف ذلك تبعا لعروض الطرق مع ملاحظة أن الظروف المحلية وحدها هى التى لها الاعتبار الأول فى تحديد الأبعاد والأوضاع وأن ما فى الجداول يعتبر بمثابة مرشد فقط :—

(١) عروض الأفاريز وأبعاد التخطيطات من خطوط التنظيم

عرض الطريق الكلي بالمتر	عرض نهر الطريق	عرض كل إفريز	أبعاد التخطيطات من خطوط التنظيم بالمتر				
			أسلاك الكهرباء	أسلاك التليفون	أنابيب الغاز	أنابيب المياه الرئيسية	أنابيب المياه الفرعية
٤ر—	٣ر—	٠ر٥٠	٠ر٢٥	٠ر٢٥	٠ر٣٥	١ر٥٠	
٥ر—	٤ر—	٠ر٥٠	٠ر٢٥	٠ر٢٥	٠ر٣٥	١ر٥٠	
٦ر—	٤ر٤٠	٠ر٨٠	٠ر٣٠	٠ر٣٠	٠ر٥٠	١ر٨٠	
٧ر—	٤ر٤٠	١ر٣٠	٠ر٣٠	٠ر٧٠	١ر—	٢ر٣٠	
٨ر—	٥ر—	١ر٥٠	٠ر٦٠	١ر—	١ر٣٠	٢ر٧٠	
٩ر—	٥ر٨٠	١ر٦٠	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٢ر٨٠	
١٠ر—	٦ر٦٠	١ر٧٠	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٢ر٩٠	
١١ر—	٧ر—	٢ر—	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٣ر٢٠	
١٢ر—	٧ر٥٠	٢ر٢٥	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٣ر٤٥	٢ر—
١٣ر—	٨ر—	٢ر٥٠	٠ر٦٠	١ر١٠	١ر٤٠	٣ر٧٠	٢ر٢٥
١٤ر—	٨ر٥٠	٢ر٧٥	٠ر٨٠	١ر٢٠	١ر٦٠	٣ر٩٥	٢ر٤٥
١٥ر—	٩ر—	٣ر—	٠ر٨٠	١ر٢٠	١ر٦٠	٥ر—	٢ر—
١٦ر—	٩ر٥٠	٣ر٢٥	١ر١٠	١ر٥٠	١ر٨٠	٥ر٢٥	٢ر٢٥
١٧ر—	١٠ر—	٣ر٥٠	١ر١٠	١ر٥٠	١ر٨٠	٥ر٥٠	٢ر٢٥
١٨ر—	١٠ر—	٤ر—	١ر١٠	٣ر٦٠	١ر٩٠	٦ر—	٢ر٤٥
١٩ر—	١٠ر—	٤ر٥٠	١ر١٠	٣ر٦٠	١ر٩٠	٦ر٥٠	٣ر—
٢٠ر—	١٠ر—	٥ر—	١ر١٠	٣ر٦٠	١ر٩٠	٧ر—	٣ر٢٥

ملاحظات على الجدول السابق : —

(ا) عند مايكون عرض الأفريز أقل من ــر١ مترا توضع أسلاك التليفون تحت أحد الأفريزين وأسلاك الكهرباء تحت الأفريز الآخر.

(ب) إذا كان عرض الطريق الكلى أقل من ــر١١ مترا فتكون أنابيب المياه تحت نهر الطريق. أما إذا زاد العرض الكلى عن ــر١١ مترا فتوضع أنابيب المياه الرئيسية تحت نهر الطريق والأنابيب الفرعية تحت الأفاريز حسب الأبعاد الموضحة بالجدول .

(ح) رؤى من المناسب وضع أسلاك التليفون بعيدة عن أسلاك الكهرباء عند مايكون عرض الأفريز ــر٤ مترا فأكثر .

(د) مصابيح الأنارة والأعمدة التى تنشأ فوق الأفاريز تكون على بعد ٦٥ر٠ مترا من حافة البردورة . والأشجار لا تغرس إلا إذا كان عرض الأفريز ــر٤ مترا فأكثر وتكون على بعد ــر١ مترا من البردورة.

(٢) أعماق التخطيطات الأرضية تحت سطح الأفاريز تتراوح بين الأبعاد المبينة بالجدول الآتى : —

عرض الطريق الكلى بالمتر		أعماق التخطيطات من سطح الأفاريز بالمتر									
		أسلاك الكهرباء		أسلاك التليفون		أنابيب الغاز		أنابيب المياه الرئيسية		أنابيب المياه الفرعية	
من	إلى	من	إلى	من	إلى	من	إلى	من	إلى	من	إلى
ــر٤	ــر٢٠	٥٠ر٠	ــر١	٥٠ر٠	ــر١	ــر١	٧٠ر١	٧٠ر٠	٥٠ر١	٧٠ر٠	٥٠ر١

المآوى (الجزر) (Refuges)

هنالك نوع من الأفاريز يقال له المآوى تقام وسط الطرق وعلى جوانب أشرطة الترام وتحدد بأحجار البردورة لتوضع بها المصابيح والأشجار وأعمدة الترام وغيرها . وهذه المآوى تكون فى مفارق الطرق مرشداً لحركة المرور وفى جوانب الترام مقرا يأوى إليه النازل منه والصاعد إليه حتى لا يتعرض لأخطار الاصطدام بالسيارات المفاجئة عند عبوره الطريق إلى الأفاريز وذلك باستقراره فوق المأوى إلى أن يرى الطريق خاليا .

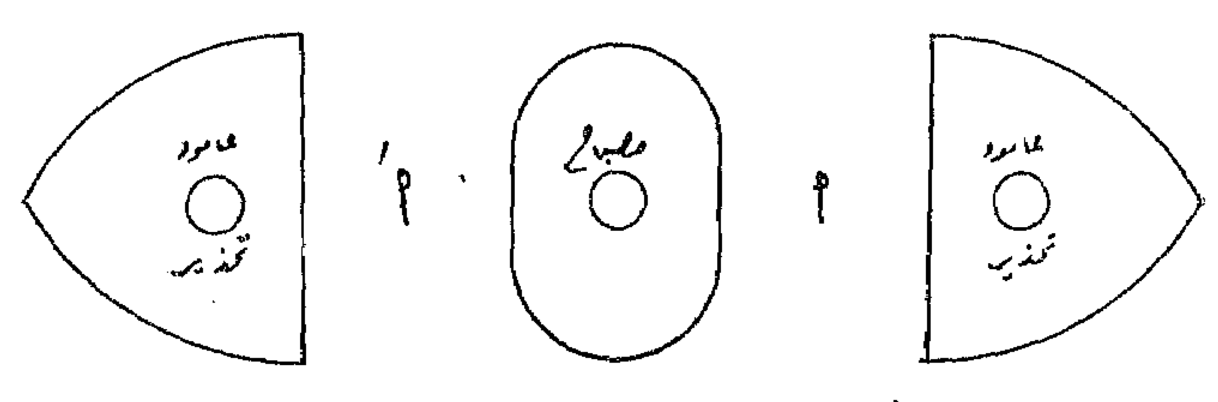
وفى الميادين الواسعة تنشأ المآوى المستديرة يتوسطها متنزه أو نافورة أو غيرها وتدور حولها حركة المرور . وقد أفادت هذه المآوى فى منع أخطار مصادمات كثيرة كانت تقع بين السيارات وامتنعت بهذه الحركة الدائرية كما هو الحال فى ميادين سوارس والأسماعلية وسليمان باشا وغيرها .

وفى المواضع التى تدعو الضرورة لأقامة المراحيض العامة أو المتنزهات يكون من الواجب إحاطتها بالمآوى لتوضع بها المصابيح والأعمدة وغيرها .

ويجب ألاّ يقل اتساع أى مأوى عن ٩٠ سنتيمترا حتى تقى المصابيح أو الأعمدة المقامة عليها من الاصطدام بالسيارات .

وفى الشكل التالى نوع من المآوى المستعملة فى أوروبا والتى بدأت تجربتها فى القاهرة عند تلاقى شارعى سليمان باشا وفؤاد الأول . ويلاحظ أن تكون المسافات ا ى آ ضيقة بحيث لا تتسع لأكثر من سير راجل أو مرور عربات الأطفال حتى إذا تصادف وكانت واحدة منها قد تركت الأفريز أثناء عبورها الطريق واستحال عليها اجتيازه نظراً لمرور الحركة

به فأن سائقها يستطيع الوقوف بها فى الفراغ المذكور ريثما تنتهى الحركة المارة . ويوضع فى المأوى الوسطى مصباح وفى المأويين الجانبيتين عامودان يتراوح طول كل منهما بين ١٫٠٠ مترا و١٫٥٠ مترا ويثبت بكل منهما مصباح أحمر لتحذير السيارات .



رصف الأفاريز

يقصد من رصف الأفاريز أن تكون خالية من الطين والتراب عديمة الانزلاق يدوم احتمالها زمنا طويلا ويكون منظرها جميلا . وهذا الغرض الأخير له أهمية عظيمة وخاصة أمام العمارات الفخمة التى لا بد لاستكمال بهائها من تجميل كل ماله علاقة بها .

وإذا صرفنا النظر عن الاعتبارات المالية نجد أنه من المفيد جدا وضع أساس من خرسانة الجير والحمرة تحت مادة رصف الأفريز بسمك عشرة سنتيمترات إذا كان الأفريز معرضا لتفريغ أحمال العربات فوقه وخمسة سنتيمترات فى الأحوال العادية . ويجب أن يسبق وضع الأساس تمهيد طبقة التراب المكون منها الأفريز ودكها بحيث تميل من المبانى إلى البردورة بنسبة ٢ سنتيمتر لكل متر لتصريف مياه الأمطار إلى الطريق . وبعد أن يوضع الأساس كما قدمنا يغطى بمونة الجير والحمرة ويسوى

المنسوب المطلوب ثم يوضع فوقه بلاط الأسمنت أو غيره .

ورصف الأفريز يكون بأحدى المواد الآتية : —

(ا) أرخص مادة لرصف الأفاريز هى الجلخ (متخلفات الأحجار المحروقة) والرماد الذى يدك فوق تراب الأفريز فيعطى سطحا جامدا مساميا يتشرب مياه الأمطار ويحتمل حركة السير بالأقدام ويكون له أساس من نفس مادته .

(ب) من المواد الرخيصة أيضا الأحجار الجيرية التى تستخرج من المحاجر وتكون ناعمة بمقاس ٥ سم . وترصف بها الأفاريز ومماشى الحدائق . وهى توضع بسمك ١٠ سم وتدك وترش بالماء ثم يفرش عليها الرمل . ومن وقت لآخر يستعمل الماء لتثبيت غبارها . وأساس هذا الرصف وسطحه يكونان من نفس المادة الحجرية المذكورة .

(حـ) من أنواع الرصف الكثيرة الاستعمال خرسانة الأسمنت التى تخلط فى ماكينة الخلط وتتكون من الزلط والرمل والأسمنت بنسبة ٦ : ٣ : ١ وتوضع بسمك ٥ سم على التراب المدكوك والمرشوش بالماء . ومن المفيد فى استخدام هذه الخرسانة أن يكون الأسمنت قويا لتشك بسرعة فلا يتعطل السير على الأفريز طويلا . ومن الضرورى دهان الخرسانة بعد ذلك بغطاء من القار يطيل مدة احتمال الأفريز ويجعله مرنا تحت حركة الأقدام .

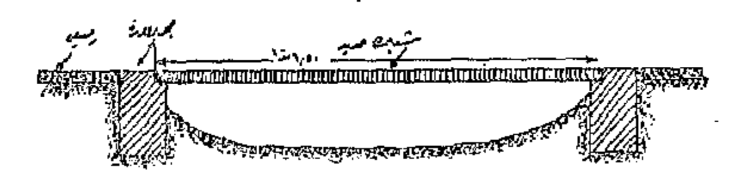
(د) يمكن استعمال خرسانة الأسمنت لرصف الأفاريز فى صورة أخرى وذلك باستخدام البلاط المصنوع منها على هيئة قوالب . وأساس

هذا البلاط يكون من خرسانة الجير والحمرة على ما قدمنا . وإصلاح هذا النوع سهل جداً ولذلك فهو كثير الاستعمال .

(ﻫ) من أنواع الرصف السهل فى وضعه وإصلاحه المخلوطات القارية المكوّنة من الدقشوم والقطران أو القار مع الرمل فى بعض الحالات . وتخلط هذه المخلوطات بنفس الطريقة التى يخلط بها المكادام القارى . وإذا كانت الأفاريز أو المماشى التى ترصف بهذا النوع قريبة من الماء أو الرطوبة فى الحدائق أو غيرها فأن القار يكون أفضل من قطران فحم غاز الاستصباح .

(و) أفضل مادة لرصف الأفاريز هى الأسفلت اللين (Mastic Asphalt) . وللرصف به يجهز الأساس من الخرسانة ويوضع الأسفلت اللين فوقه بسمك يختلف من سنتيمتر إلى سنتيمتر ونصف . وهو عبارة عن الأسفلت القديم المستخرج من مادة رصف نهر الطريق . وللاستفادة بالأسفلت القديم فى هـذا الغرض يكسر إلى قطع صغيرة ويوضع فى غلايات مفتوحة وتوقد النار تحته ليغلى ثم يضاف إليـه القار ليكسبه اللزوجة الضرورية وتلقى عليـه الأحجار الصغيرة والرمل الخشن ثم يفرش بعد ذلك على طبقة الخرسانة المجهزة بالمنسوب والميول المطلوبة ويسوى بالمسافة (المحارة) إلى السمك المقرر .

وحيث توجد الأشجار بالأفاريز تحاط بأحجار البردورة الدائرية ليكون هناك حاجز يمنع انهيار مادة الرصف إلى حفرات الأشجار التى تغطى بشبكات من الحديد أو الخرسانة المسلحة ترتكز على جوانب البردورة . ودورانات الأشجار تكون حسب الشكل التالى : —



والأفاريز وإن كانت فى الواقع من المنافع العامة إلا أنها تعتبر إلى حدّ ما منفعة خاصة لأصحاب الأملاك التى تجاورها . ولهذا السبب نبتت فكرة ترمى إلى تكليف الملاك دفع نفقات إنشاء وتجديد وترميم وصيانة الأفاريز الكائنة أمام أملاكهم . وقد ظهرت هذه الفكرة فى صورة جدية وقطعت مراحل طويلة حيث وضعت لها لائحة سيعمل بها بمجرد اجتيازها الحواجز التشريعية .

ومن شأن مثل هذا التشريع أن يضيف إيرادا جديداً إلى موارد الخزانة العامة فضلا عن أن الأهالى سيصونون بمقتضاه الأفاريز ولا يسرفون فى إتلافها بمجرد علمهم أنهم إن فعلوا فسيدفعون الثمن غاليا .

احجار الافاريز (البردورة)

(KERBS)

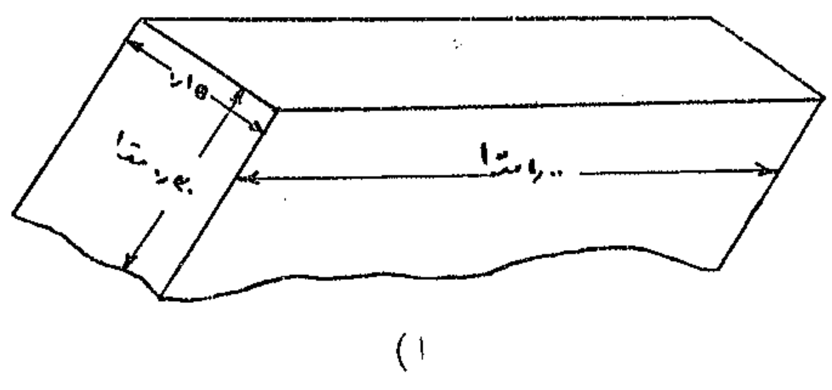
ظهر مما تقدم أن لأحجار الأفاريز أهمية فى حفظها وتحديدها وتمييزها من الطريق . ولذلك فمن المناسب أن يتصل موضوعها بالبحث الخاص بالأفاريز .

وأحجار البردورة تكون إما من الأحجار الجيرية أو البازلت أو الجرانيت أو من خرسانة الأسمنت العادى أو الأسمنت المسلح . وأول

هذه الأنواع سريع التأثر بفعل الماء ولكنه كثير الاستعمال فى طرق القاهرة نظرا لرخصه وسهولة نحته بخلاف الأنواع الأخرى .

وفى الشكل (١) رسم حجر الأفريز كما يستخرج من المحاجر بعد نحته . وأبعاده عبارة عن ١٥ سم × ٣٠ سم × ١,٠٠ متر . ومن المهم أن يكون الحجر منحوتاً جيدا بسطحه الأعلى ووجهه المكشوف للطريق . أما وجهاه الجانبيان والوجه المقابل لتراب الأفريز فيكفى فيها أن تكون منحوتة بارتفاع من ١٠ إلى ١٥ سم .

وليس ضرورياً أن يكون سطح الحجر الأسفل منحوتاً ما دام ملحوظا فيه الاستواء الذى يمنع قلقه إذا وضع على أساس من الرمل . ولحجم الحجر أهمية فى اتزانه وثباته إذ أنه كلما خف ثقله كان عرضة للقلق والتغير .



(١)

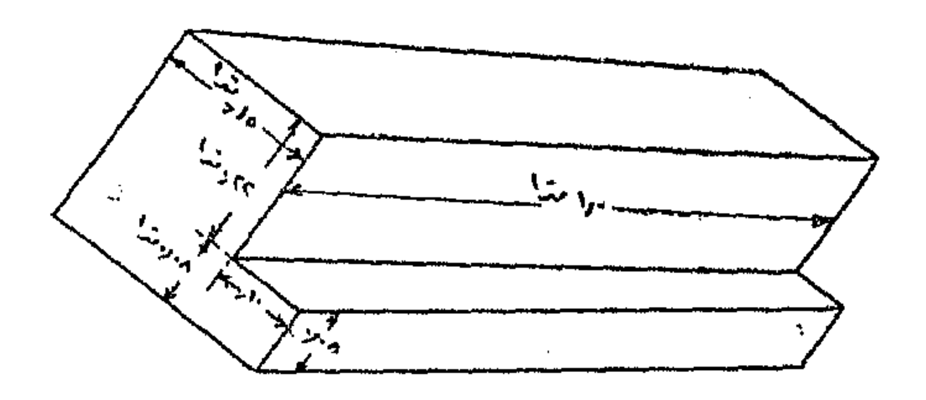
وعند تجهيز شارع للمكادام أو الأسفلت تعمل الميزانية الطولية للشارع وتبنى أحجار الأفاريز على خطوط موازية لخطوط التنظيم وبعيدة عنها بمقدار عرض الأفريز المقرر وتكون مناسيبها التصميمية مطابقة لأعتاب المنازل والاعتبارات السابق التنويه عنها .

وأحجار البردورة توضع فوق أساس من الرمل أو الخرسانة إذا

لم تكن هناك موانع مالية. والأحجار توضع مبدئيا بحالة مفككة وبعد أن يتم رصف الشارع بالمكادام يعاد تثبيتها نهائيا وكحلها بمونة الأسمنت.

ويلاحظ فى وضع المناسيب أن يكون ظاهرا من البردورة فوق مادة رصف الطريق المجاورة لها مسافة تتراوح بين ٨ و ١٥ سم.

وقد أمكن حديثا لبعض الشركات أن تقدم عينات من بردورة الخرسانة المسلحة مجهزة بجناح بارز من نفس المادة بسمك مادة رصف الطريق لتكون هى الممر الذى تسيل عليه مياه الطريق السطحية إلى البالوعات فلا تجد مجالا للتسرب إلى قاع البردورة ويمتنع التلف الذى يتعرض له الطريق من جراء ذلك. وشكل هذا النوع موضح بالرسم:-



وأحجار الدورانات المصنوعة من الخرسانة المسلحة تعين على جعل المنحنى المكون من مجموعها دقيقا للغاية.

وهذا النوع يعيش كثيرا كما أن تكاليفه بالنسبة لبقائه الطويل ليست شيئا مذكورا.

المواصفات

SPECIFICATIONS

« المواصفات » فى العرف الهندسى هى تصوير عمل من الأعمال أو مادة من المواد تصويرا دقيقاً تقدم عنه الرسومات والعينّات وتبنى عليه التقديرات والمقايسات وتبرم بمقتضاه العقود والاتفاقات .

وقد تناولنا فى الفصول السابقة وصف أغلب المهمات المستخدمة فى أعمال الطرق من ناحية أبعادها وأنواعها وقوتها . ونكتفى فى هذا الفصل بأعطاء المواصفات البريطانية المتبعة فيما يختص بالأسمنت وقار منتجات البترول المستعمل لدهان الطرق والقطران نمرة (١) ونمرة (٢) .

(١) الأسمنت البورتلندى

يجب أن يجوز هذا النوع قبل الاستعمال اختبارات خاصة ليمكن الاطمئنان إلى حسن نتائجه فى العمل .

ولاختباره يجب تقديم عينّة منه لا يكتفى بأخذها من كمية واحدة من الكميات المجهزة للعمل ولا من موضع واحد من كل كمية بل تجمع من نحو اثنى عشر موضعا من الكوم أو الأكوام أو الزكيبة أو الزكايب التى تكون موضوعة فيها حتى بذلك يصح سريان نتيجة الاختبار على كل الكمية . ولا يقل وزن العينة عن عشرة أرطال أو ٤٫٥٤ كيلو جراما . وإذا كانت كميات الأسمنت المراد اختبارها كبيرة فيلاحظ أن

توضع فى أكوام لا يزيد الواحد منها عن ٢٥٠ طنا ثم تؤخذ العينات من كل كوم فى مواضع كثيرة كما قدمنا .

ولاختبار هذه العينات تعمل عليها التجارب الآتية : —

(أ) تجربة الدقة (النعومة)

تغربل العينة فى غربال سعة ١٨٠ × ١٨٠ عينا فى البوصة المربعة وهو عبارة عن ٥٠٢٢ عينا فى السنتيمتر المربع لمدة ١٥ دقيقة بحيث لا يبقى منها فى الغربال أكثر من ١٠ ٪ من الكمية ثم تؤخذ هذه الكمية المتخلفة وتغربل فى غربال آخر سعة ٧٦ × ٧٦ عينا فى البوصة المربعة أو ٨٩٥ عينا فى السنتيمتر المربع فلا يتخلف منها أكثر من ١ ٪ .

(ب) التكوين الكيمياوى

(١) يجب ألا يزيد المعامل الأيدروليكى (أو نسبة الجير إلى السليكا والألومنيا) عن ٢ر٩ ولا ينقص عن ٢ .

(٢) لا تزيد الكمية المفقودة أثناء التسخين عن ٣ ٪ من الوزن .

(٣) المتخلفات الغير ذائبة فى حامض الهيدروكلوريك يجب ألا تزيد عن ١ر٥ ٪ من الوزن .

(٤) المغنيسيا لا تزيد عن ٤ ٪ من الوزن .

(٥) المادة الكبريتية الموجودة على شكل ثالث أوكسيد الكبريت يجب ألا تزيد عن ٢ر٧٥ ٪ من الوزن .

(م) قوة الشد للأسمنت النقى

يجب ألا تقل قوة الشد فى القالب المكوّن من هذا النوع والمتروك ليشك مدة سبعة أيام عن ٦٠٠ رطلا على البوصة المربعة أو ٤٢٫١٨ كيلو جراما على السنتيمتر المربع .

(ى) قوة الشد فى مونة الأسمنت المخلوط بالرمل بنسبة ١ : ٣

يجب ألاّ تقل قوة الشد فى القالب المصنوع من هذه المونة والمتروك ليشك مدة سبعة أيام عن ٣٢٥ رطلا على البوصة المربعة أو ٢٢٫٨٥ كيلو جراما على السنتيمتر المربع . كذلك يجب ألا تكون قوة الشد أقل من ٣٥٦ رطلا على البوصة المربعة أو ٢٥٫٠٣ كيلو جراما على السنتيمتر المربع فى القالب المتروك ليشك مدة ٢٨ يوما .

(هـ) زمن الشك

(١) الأسمنت الاعتيادى

تكون بداية الشك بعد ثلاثين دقيقة على الأقل ونهايته لا تزيد عن عشرة ساعات .

(٢) الأسمنت السريع الشك

يبدأ فيه الشك بعد خمس دقائق على الأقل ولا تزيد نهاية الشك فيه عن ثلاثين دقيقة .

(و) التمدد

لايزيد التمدد عند إجراء تجربة « Chatelier » عن ١٠ ميلليمترا فى مدة أربع وعشرين ساعة تهوية و ٥ ميلليمترات فى مدة سبعة أيام تهوية.

(٢) مواصفات القار الذى يستعمل فى الدهان تكون حسب الجدول الآتى :—

نوع القار	درجة الغز	درجة المط	درجة السيحان (الليونة)	الكثافة النوعية عند ١٥° سنتيجراد	الذوبان فى رابع كلورور الكربون	الذوبان فى ثانى كبريتور الكربون
القار المتوسط	من ٩٠ الى ١١٠	لا تقل عن ٦٥	من ٥٠° الى ٤٥° سنتيجراد	١ر٠٣	لا تقل عن ٩٨ر٥٪	٩٨٪
القار فى مخلوط الاسفلت اللين	من ٢٠ الى ٣٠	من ١٠ الى ٢٥	من ٦٠° الى ٥٥° سنتيجراد	١ر٠٤٩	لا تقل عن ٩٨٪	٩٨٪
القار فى مخلوط الأسفلت المائع	« «	« «	« «	« «	« «	« «

(٣) المواصفات البريطانية للقطران المستعمل فى السقاية والخلط تكون حسب الجدول الآتى :—

الاشتراطات الواجب توفرها فى أنواع القطران لتكون صالحة للاستعمال	القطران نمرة (١)	القطران نمرة (٢)
الكثافة النوعية عند ١٥° سنتجراد يجب ألاتزيد عن	٢٢٥ر١	٢٤٠ر١
الماء أو السائل النوشادرى يجب ألا يزيد عن	٠٫١ ٪ من الوزن	٠٫١ ٪ من الوزن
المواد المقطرة (زيوت ثقيلة) تحت درجة ١٧٠° سنتجراد يجب ألاتزيد عن	٠٫١ ٪ من الوزن	٠٫١ ٪ من الوزن
مقطرات أخرى (زيوت متوسطة) بين ١٧٠°، ٢٧٠° سنتجراد		
تكون بين	١٢ الى ٢٤ ٪ من الوزن	١٠ الى ١٨ ٪ من الوزن
فينولات أو أحماض القطران الخام لاتزيد عن	٥ ٪ من الحجم	٤ ٪ من الحجم
النفتالين لايزيد عن	٨ ٪ من الحجم	٥ ٪ من الحجم
الفحم الخالص لايزيد عن	٢٢ ٪ من الوزن	٢٤ ٪ من الوزن
اللزوجة تكون بين	٣ — ٢٠ ثانية	٢٠ — ١٠٠ ثانية

تكاليف الأعمال ورصدها

COSTS AND ACCOUNTS

لا يعتبر إسرافا فى الأنشاءات أو الأصلاحات التى تجرى بالطرق تخصيصُ مبالغ طائلة لها لأن الاعتدال فى الأنفاق لا يقاس إلاَّ بالنتائج التى تترتب عليه . فمن الاقتصاد مثلا كثرة التكاليف التى يتأدى بها العمل فى رصف طريق معين تمر به حركة ثقيلة بترابيع البازلت أو مادة الأسفلت مهما غلا ثمنها لأن التوفير ليس فى أن تكون المبالغ الأبتدائية لعمل من الأعمال قليلة بل يكون حيث لا تزيد نفقات الأنشاء والصيانة والتجديد فى حالة من حالات الرصف عنها فى حالة أخرى فى مدى زمن معين . كذلك يكون من سوء التقدير أن يرصف طريق غير مزدحم بالحركة بمادة غالية فى حين أنه يمكن الاكتفاء فى رصفه بمادة تقل نفقة قد تفى بالغرض .

والمهندس يتقيد فى كل عام بمبلغ ثابت فى الميزانية وواجبه أن يوزع هذا المبلغ توزيعا عادلا يراعى فيه ألا تنحصر الأنشاءات أو الأصلاحات فى حى واحد وتبقى الأحياء الأخرى محرومة من مزايا التجميل وتذليل المشقات التى خلقت البلديات لتوفيرها لجميع السكان وفى كل الأحياء على السواء . كذلك يجب ألا يوجه المهندس اهتمامه للطرق الرئيسية وحدها بل لا بد من إعطاء عناية خاصة للأحياء الوطنية والطرق الفرعية أيضا حتى لا تتضافر العوامل كلها على مضايقة ساكنيها والمنتفعين بالمرور فيها

ومن المفيد كذلك تعميم الرصف بمواد رخيصة مع توسيع المساحات التى ترصف سنويا مادام ذلك لا يتعارض مع الفكرة الاقتصادية المذكورة سابقا وهى أن يكون الرصف ملائما تماما لأغراض المرور المستعملة .

المتعهدون والمقاولون

لا يغيب عن البال أن مرتبات الموظفين وأجور العمال وأثمان الماكينات والمهمات المستخدمة فى أعمال الطرق تدخل إلى حد كبير جدا فى تضخيم نفقات هذه الأعمال . لذلك فأنه من المفيد أن يعرض البحث فى حالة الأنشاءات الجديدة لفكرة ما إذا كان من مقتضيات المصلحة العامة أن يستخدم لهذه الأعمال عدد من الموظفين المستجدين أو تعرض فى مناقصات عامة يرسو عطاؤها على مقاول يتعهدها ؟!

وإنه وإن لم يكن هناك مبادىء مقررة لهذه النظرية إلا أنه فى الحالات الثابتة الخاصة بالصيانة والأنشاءات العادية وحيث الميزانية السنوية لا تتغير فى عام عن الآخر إلاّ قليلا يكون من الأفضل أن يعهد بالعمل إلى الموظفين المختصين . أما فى حالة الأعمال الجديدة الواسعة النطاق التى لا يكفى عدد الموظفين الموجودين بالبلدية أو المصلحة المختصة لرقابتها كما يجب والتى يكون مطلوبا إنجازها فى وقت قريب وبسرعة استثنائية فأن عرضها على المقاولين يكون هو الطريق الأقرب إلى الفائدة .

كذلك فأن المهمات اللازمة لأعمال الطرق يعهد بها إلى المقاولين وذلك فيما عدا ما يتيسر للمصلحة استيراده لحسابها وبعمالها بنفقة أقل مثل الأحجار والرمل حيث تستخرجها مصلحة تنظيم القاهرة مثلا من محاجرها وورشها .

وليس هناك شك فى أن تكاليف الأعمال التى يقوم بها المقاولون تكون أقل منها فيما إذا وظفنا لها عددا من المستخدمين لأن المقاول يدفع عادة أقل الأجور ويشغل عماله إلى أقصى الحدود الممكنة . ولهذا ولأن المنافسة تدعو إلى تقليل العطاءات فأن الأعمال الرئيسية فى كل المصالح تقريبا يقوم بها المقاولون .

وإذا كانت الأعمال المعروضة للمناقصة تتناول إلى جانب الأنشاء توريدَ المهمات اللازمة فأن إعطاءها جميعها لمقاول واحد يكون داعية تسهيل العمل ولا يجعل احتمالا لعطل يتعرض له أحد المقاولين بسبب إهمال الآخر إذا كانت العملية مجزأة بين اثنين .

تقارير الأعمال اليومية

ترصد يوميا الأعمال التى تقوم بها مصلحة التنظيم فى تقارير كالنموزج الآتى يبين فيها عدد العمال المحتسبة نفقاتهم على هـذه العملية وأجرة كل منهم والمهمات ووسائل النقل المستعملة وكمية العمل التى تمّت (الطريحة) والبند الذى خصمت عليه ليمكن تقدير ثمن وحـدة العمل ومعرفة ما صرف وما تبقى من كل بند من بنود الميزانيـة . وفى الجدول التالى مثل من الأمثلة : —

التاريخ	اسم الشارع ونوع العمل	أجور العمال اليومية					النقل والنظافة					المهمات					العمال اليومى (الطريحة)				بند الميزانية
		ملاحظ ملیم ٠٫٣٠٠	ريس مليم ٠٫٣٦٠	بناء مليم ٠٫١٨٠	عامل مليم ٠٫٠٩٠	خفير مليم ٠٫٠٨٠	كرو جوز	كرو فرد	صندوق	عربة رش	سيارة	اسمنت	رمل	بردورة	دبش	زلط	تركيب بردورة متر طولى	تصليح بردورة متر طولى	وصف دكادم متر مسطح	تركيب بلاط متر مسطح	
٢٥/٣/٣٠	تركيب بردورة بشارع القصر العينى	١	١	٤	١٢	٢	١		١		١	١٥٠ كيلو	٣٫٦٠ متر مكعب	٢٠٠			٢٠٠				صيانة

ومن الجدول التالى يمكن معرفة أجور النقل بوسائله المختلفة فى اليوم

السيارة	القاطرة	كرو فرد	كرو جوز	صندوق	فنطاس
مليم جنيه	مليم جنيه	مليم جنيه	مليم جنيه	مليم جنيه	مليم جنيه
١٫٠٠٠	٠٫٢٠٥	٠٫٢٥٠	٠٫٣٧٥	٠٫٢٥٠	٠٫٢٥٠

وتجهز بروجرامات للعمل نصف شهرية وأخرى يومية يتوضح بها جهات العمل الذى سيكون فى اليوم التالى ونوعه وعدد الفرق المجهزة لكل جهة . وتصدر فى نفس الوقت أذونات صرف المهمات من المخازن لتكون فى مكان العمل فى الصباح الباكر . كذلك يرسل ترتيب العربات والسيارات للاسطبلات ليكون كل شىء على استعداد فى وقته ويسير العمل بانتظام ويؤدى العمال الطريحة المفروضة عليهم فى الوقت المقرر وتتكافأ الأعمال مع التقديرات المبينة بالمقايسات ولا يختلف ختامى أى عمل عن الابتدائى المقرر له اختلافا جوهريا وبذلك تستنفد الميزانية فى أبوابها بكل دقة .

وترصد النتائج المتقدمة فى قلم الحسابات من واقع التقارير اليومية لكل عمل وكل بند على حدة ويفصل منها ما كان خاصا بحساب المصلحة القائمة بالعمل وما كان لحساب شركة أو فرد أو مصلحة أخرى وبذلك يتسنى فى أى وقت من السنة معرفة ما صرف وما بقى من أبواب المصروفات لتدارك الحالة فى الوقت المناسب إذا ما تجاوز عمل من الأعمال المبلغ المقرر له .

ومن واقع كميات العمل المرصودة يوميا يمكن معرفة متوسط ما تتكلفه وحدة الطول أو السطح أو الحجم فى كل عمل لتكون معيارا تقاس به النفقات الابتدائية للأعمال ويتحقق بمقتضاه الاقتصاد فى التكاليف وعدم تجاوز الاعتمادات المبنية على هذه المقايسات .

ومن المفيد أن يكون لدى كل مهندس سجل يحصى فيه الأعمال التى قام بها ويبين أسماء الشوارع التى رصفها وأطوالها وعروضها ومسطحاتها

ونوع المادة المرصوفة بها وتاريخ ذلك ليسهل الرجوع إليه ومعرفة مدة احتمال هذا النوع من الرصف والمقارنة بينه وبين نوع آخر من حيث الزمن والثمن واختيار الصالح لتعميمه .

وفى الصفحة التالية كشف ببيان الفيآت التقريبية لأعمال الطرق والأرصفة من إنشاء وتصليح . وهى تختلف باختلاف الزمان والمكان ولذلك نذكرها هنا كمرشد يعين على عمل المقايسات التقريبية : —

نوع العمل	وحدة العمل	الفئات			
		عمال	مهمات	نقل واستهلاك	جملة
		مليم	مليم	مليم	مليم
تصليحات مكادام عادة بالمندالة	متر مسطح	١٢	٢٠	١٢	٤٤
رصف أو تصليح مكادام بالبازلت سمك ٦ سم بالهراس	» »	٩	٤٢	٣٣	٨٤
» » » » » ١٢ سم »	» »	١٢	٨٤	٦٢	١٥٨
تصليح مكادام مدهون بالقار سمك ٨ سم بالمندالة	» »	٦٣	١٠٣	٢٤	١٩٠
رصف أو تصليح مكادام مدهون بالقار سمك ٨ سم بالهراس	» »	٢١	١٢٥	٨٤	٢٣٠
دهان سطح الطريق بالقار وجها واحدا	» »	٢	١٤	٥	٢١
» » » » وجهين	» »	٤	٢٨	١٠	٤٢
تصليح دهان الطريق بالقار وجها واحدا	» »	٣	١٤	٥	٢٢
رصف أو تصليح الأسفلت بالشوارع	» »	٦٧	٥٧٨	٦٠	٧٠٥
تبليط ترابيع حجر أبيض ٢٥ × ٢٥ سم	» »	٤٢	١٩٠	٤٧	٢٧٩
تصليح » » » » »	» »	٥٣	٦٥	٣٨	١٥٦
تبليط بالطوب البازلت ١٦ × ١٠ سم	» »	٨٣	٤٤٠	٣١	٥٥٤
تصليح » » » »	» »	١٠٤	١٧٥	٢٩	٣٠٨
عمل خرسانة أسمنت سمك ١٥ سم	» »	١٩	١٨٢	٣٩	٢٤٠
تركيب بردورة بازلت ٣٠ × ٢٠ سم	متر طولى	٣٠	٢٢٤	٣٣	٢٨٧
تصليح » » » »	» »	٣٨	٣٩	٢١	٩٨
تركيب بردورة بيضاء كبيرة ٣٥ × ٢٥ سم	» »	٣٠	٩٦	٣٣	١٥٩
تصليح » » » » »	» »	٣٨	٣٩	٢١	٩٨
تركيب بردورة بيضاء صغيرة ٣٠ × ١٥ سم	» »	٢٦	٨٤	٢٣	١٣٣
تصليح » » » » »	» »	٣٣	٢١	١٦	٧٠
تبليط الأرصفة بخرسانة الأسمنت سمك ٥ سم	متر مسطح	٢١	٣٧	٣٥	٩٣
تصليح » » » » »	» »	٤٢	٣٧	٦٩	١٤٨
تبليط الأرصفة بالأسفلت اللين سمك ٢ سم	» »	٢٣	١٩٠	١٨	٢٣١
تصليح » » » » »	» »	٤٦	١٩٠	٣٤	٢٧٠
تركيب بلاط أسمنت بالأرصفة	» »	٥٥	١٥١	٤١	٢٤٧

الآلات المستخدمة فى أعمال الطرق

Road Building Machinary

(١) ماكينات المكادام الهراسة (Rollers)

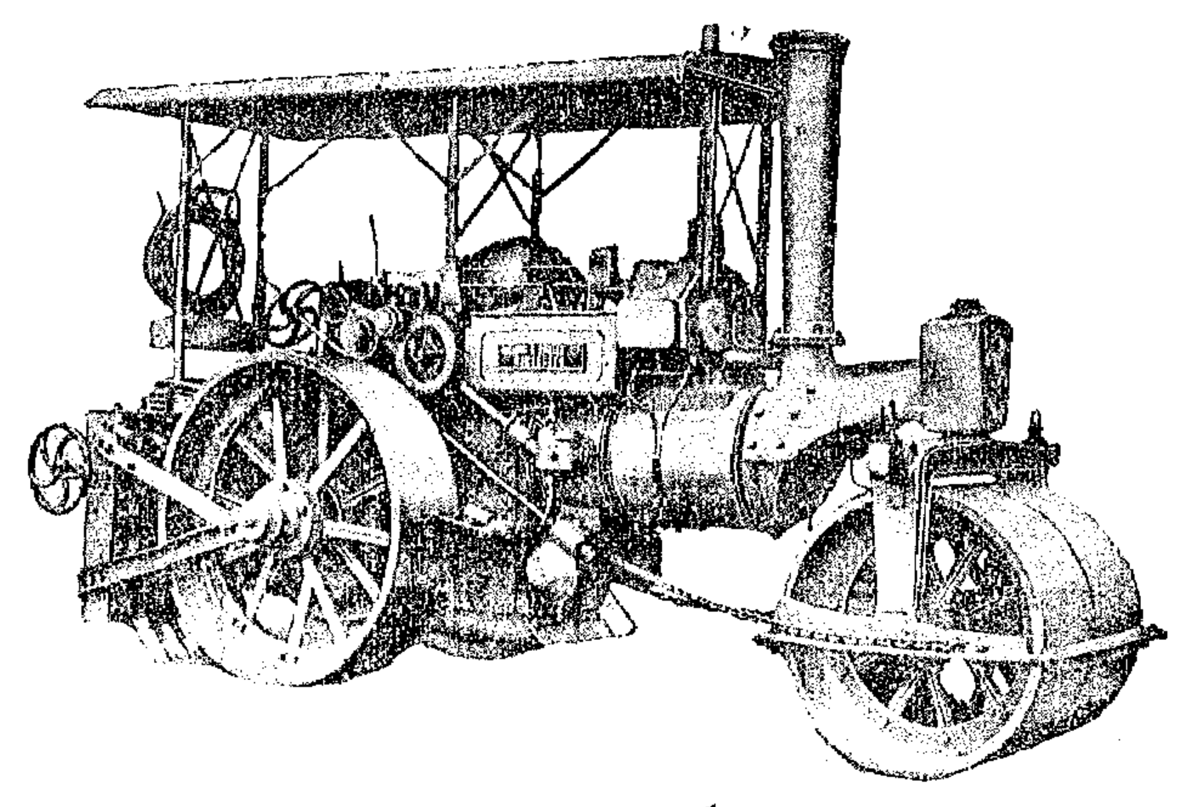
هذه الماكينات هى الأكثر ظهوراً فى الطرق لأنها تستعمل بأشكالها وأحجامها المختلفة فى كل عمل من أعمال الدك التى تحتاجها الطرق والأفاريز سواء أكانت مترية أو مرصوفة بالمكادام أو الأسفلت. وزنة ما يستعمل من هذه الماكينات لرصف الطريق يختلف من ٥ طنا لصغراها إلى ١٨ طنا للكبرى . أما ما كانت زنتها بين ½ طنا و ½ ٢ طنا فأنها تستعمل فى دك مادة رصف الأفاريز فقط .

وتختلف الأغراض التى تستخدم لها هذه الماكينات باختلاف أوزانها . فمثلا تستعمل الماكينة زنة ١٨ طنا فى دك تراب قاع الطريق ومادة أساس الطريق فى حين أن الماكينة زنة ١٥ طناً تستخدم فى دك كلٍّ من طبقتى الأساس والسطح على شرط ألاَّ تكون أحجار طبقة السطح لينة لدرجة تتفتت فيها تحت هذا الثقل الكبير .

والماكينة المعتاد العمل بها لدك السطح سواء أكان من البازلت أو الزلط الأحمر تكون زنة ١٠ طنا . وفى حالة استخدام الزلط المدهون بالقار فى رصف طبقة السطح تستعمل الماكينة زنة ٨ طنا حتى لا تكون زيادة الثقل عاملا من عوامل تفتت الأحجار المدهونة وتعريض أجزائها الداخلية غير المشربة بالقار لحركة المرور .

كذلك فان هناك نوعا من الماكينات يزن ٨ طنا ويحمل خزانات واسعة للماء والوقود وهو سهل الحركة فى انتقاله من شارع إلى شارع لعمل الأصلاحات الجزئية .

وكل أنواع الماكينات المتقدمة تكون محملة على ثلاث عجلات واحدة فى مقدمة الماكينة واثنتان فى المؤخرة . وتوزيع الثقل بين الأمام والخلف يكون بنسبة ١ : ٣ أو ١ : ٢ ½ . وغلايات هذا النوع تكون أفقية كما ترى فى الرسم التالى :—



الماكينة الهراسة ROLLER

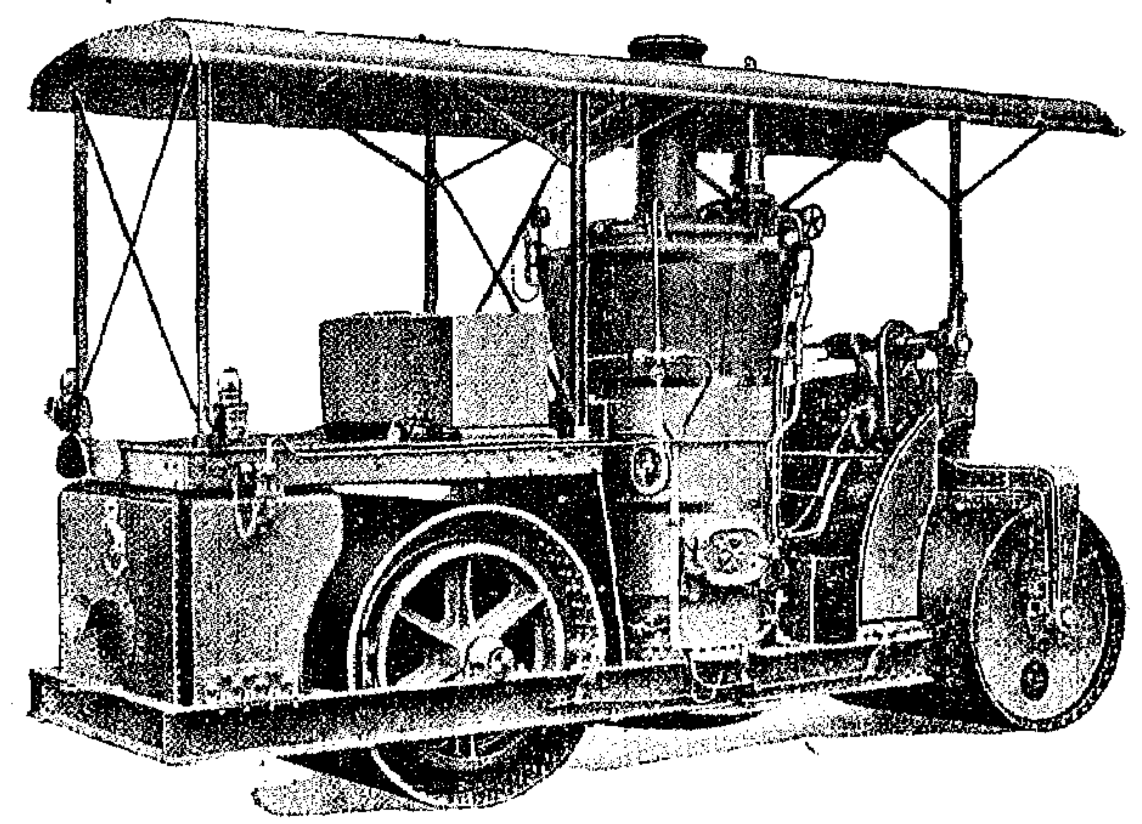
وتدار هذه الماكينات إما بالبخار أو بواسطة الاحتراق الداخلى . وقد ثبت أن النوع الأول هو الذى يلائم أحوال العمل فى القطر المصرى بدليل أن منه فى مصلحة التنظيم ماكينات عاشت أكثر من ثلاثين عاما . ووقود هذه الماكينات عبارة عن الفحم أو المازوت (Mazout)

والماكينات التى يستعمل البترول وقوداً لها ليست صالحة كل الصلاحية لأعمال الطرق لأنها وإن كانت لا تستلزم وقتا طويلا فى إدارتها عند الابتداء فى العمل فضلا عن أن البترول لايحتاج لفراغ كبير يوضع فيه كالفحم إلاّ أنها كثيرة العطب من جهة وغالباً ماتحترق بعض أنواعها من جهة أخرى .

وأرخص أنواع الماكينات مع وفائها بالغرض ماكينات ديزل (Deisel) التى تدار بالزيت .

(٢) ماكينات دك الأسفلت (Tandum Rollers)

نوع الماكينات المستعملة فى دك الأسفلت الناعم أو خرسانة الأسفلت هو ما كانت غلاّياته (Boilers) رأسية وثقله محملا وموزعاً بالتساوى على عجلتين متساويتى الاتساع واحدة فى الأمام والأخرى فى الخلف كما يرى فى الرسم :—



ماكينة دك الاسفلت TANDUM ROLLER

ويتصل بهذا النوع جهاز عاكس للحركة لا يسمح للماكينة بالوقوف أثناء تغيير الاتجـاه حتى لا تسكن على الأسفلت الساخن فيهبط تحتها وينشأ عن ذلك انخفاض وتموجات يتعذر إصـلاحها . كذلك فأن هذه الماكينات تجهز بمفتاح يتصل بالقوة المحركة ليسهل على الماكينة التحرك في الطريق طوليا وعرضيا وبذلك يمكن تفادى حدوث التموجات .
وتوجد فتحة في قاع كل ماكينة من هـذا النوع لتنزل منها المياه وتبلل العجلات فلا تلتصق بالأسفلت الساخن أثناء مرورها عليه لدكه .

وماكينات دك الأسفلت تختلف في الوزن بين ٢½ ، ٥ ، ٦ ، ٨ طنا وقد تكون أثقل من ذلك . على أن الوزن المعتاد استخدامه في الدك هو ٨ طنا والخفيف من هذه الماكينات يستعمل إذا كان الأسفلت ساخنا والثقيل يستعمل إذا كان الأسفلت باردا .

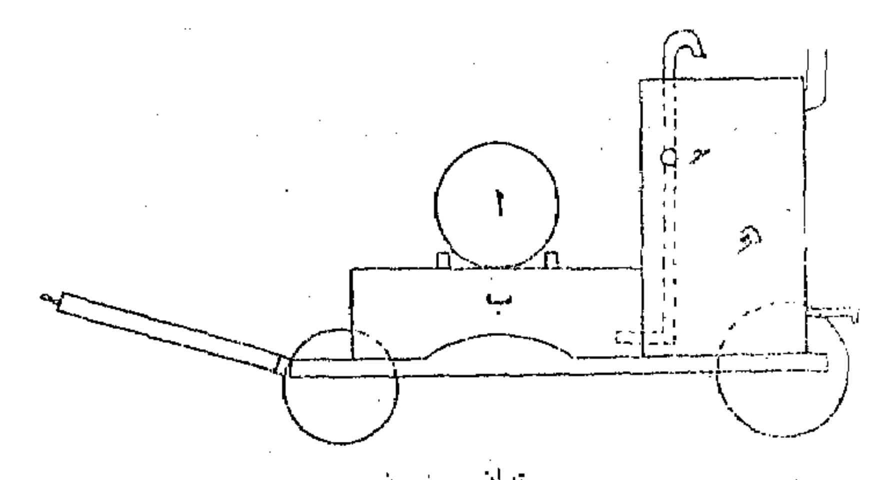
(٣) غلايات (قزانات) القار والقطران

تكثر رؤية هذه القزانات متنقلة في الشوارع المرصوفة بالمكادام ذى الرباط المائى الذى يراد دهانه بطبقة من القار أو حيث تستعمل طريقة السقاية « Grouting » في ربط طبقة الزلط المسقى بالقار .

وأبسط أشكال هذه القزانات هو ما كان أسطوانيا ذا فتحة واسعة في سطحه الأعلى يوضع عليها غطاء في بعض الأحيان ويحيط بهذه الأسطوانة أخرى خارجها تحصر بينهما فضاء توقد فيه النيران لتسخين مايوضع في القزان من مواد يكون مرغوبا في تسخينها . وقد يسهل التسخين في مثل هـذا القزان بسرعة مناسبة . أما تفريغه وإعادة مائه

وتسخين مافيه مرة أخرى فيستلزم وقتا طويلا يترتب عليه عطل لا يتفق مع دواعى النشاط والحركة المستمرة . ولذلك فقد أدخل تعديل على مثل هذه القزانات للتغلب على عيوبها المذكورة .

وفى الشكل التالى يرى قزان جونسون ذو الفرن المزدوج Johnson Double Furnace Boiler يملأ فيه البرميل (أ) بالمادة المرغوب فى تسخينها . وهذه المادة تنزل من فتحة فى البرميل إلى الخزان (ب) حيث ترفع بواسطة طامبة اليد (م) إلى القزان الرئيسى (ه) الذى توقد تحته النار فتسخن المادة وتنزل من القزان إلى الطريق بواسطة حنفيات متصلة بالقزان . ولاستمرار عملية التسخين والتفريغ يملأ قزان صغير من آخر أكبر منه يكون بمثابة خزان رئيسى ويتسلط القار من الرشاشات المتصلة بالقزان الصغير على سطح الطريق . وبتغيير ارتفاع الرشاشة يختلف سمك طبقة القار الذى يغطى سطح الطريق .



قزان جونسون

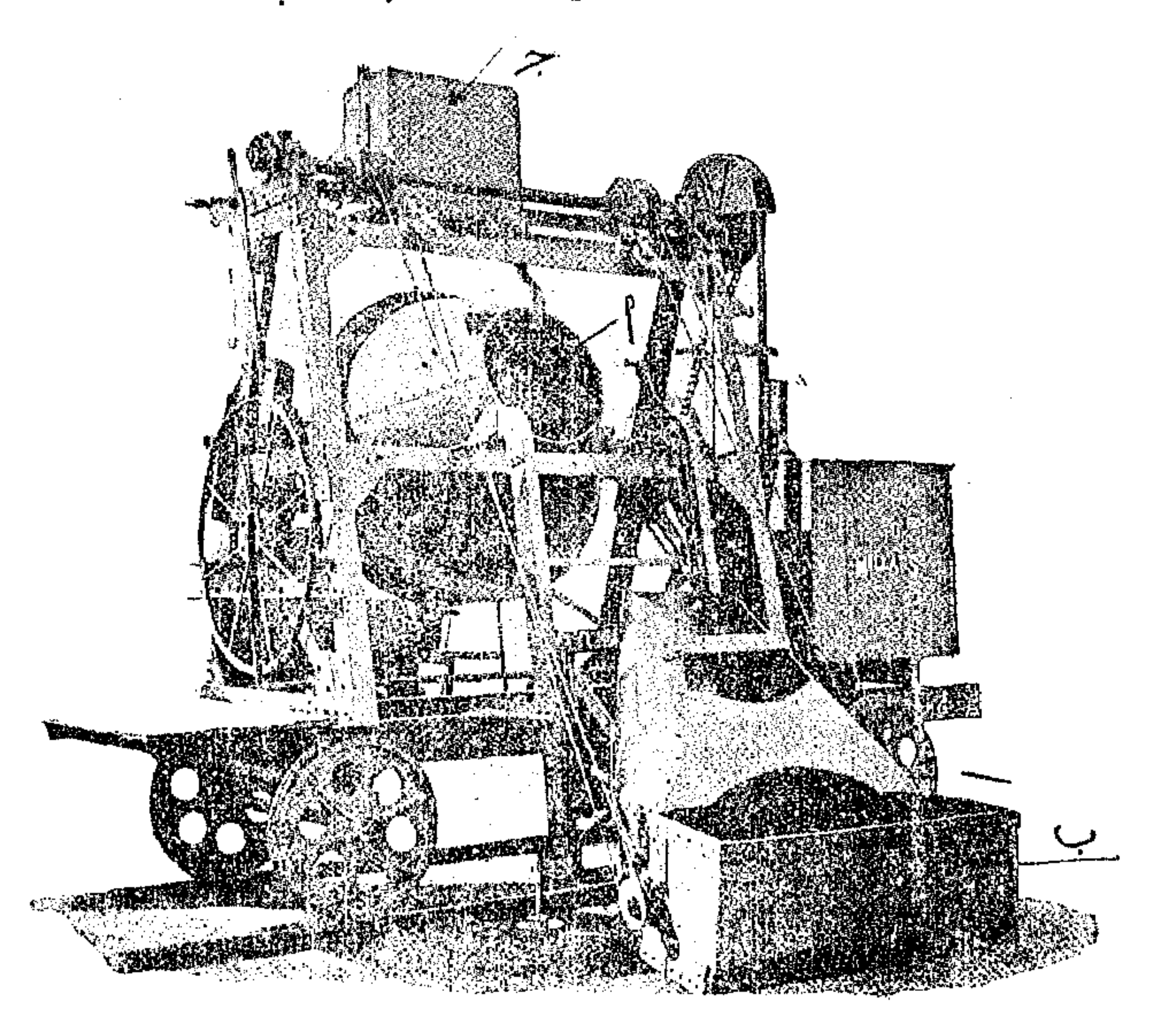
(٤) أجهزة الخرسانة Concrete Machines

الأجهزة الخاصة بالخرسانة عبارة عن ماكينات الخلط وأجهزة كسر الخرسانة بواسطة ضغط الهواء

(أ) ماكينات خلط الخرسانة Concrete Mixers

بالرغم من رخص اليد العاملة فى القطر المصرى فأن استخدام ماكينات خلط الخرسانة قد أضاف اقتصادا جديدا فى تكاليف أعمال الطرق لأن الخلط بواسطتها سريع للغاية فضلا عن أنه منتظم وبعيد عن احتمالات الخطأ الذى يقع لو أن العمال هم الذين يقومون بعملية الخلط.

وفى الشكل التالى رسم احدى هذه الماكينات حيث يوضع فى الوعاء (ب) عناصر الخرسانة مخلوطة على الناشف حسب النسب المعينة .وهذا



جهاز خلط الخرسانة Concrete Mixer

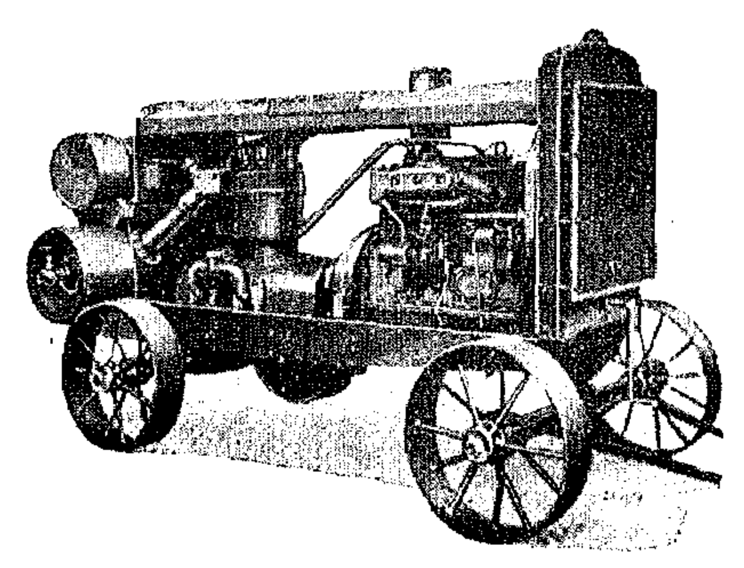
الوعاء مربوط بحبال جانبية يمكن شدها فيرتفع الوعاء وتدخل فوهته فى فتحة الوعاء (أ) وتفرغ حمولتها فيه . وبعد ذلك يمكن إدارة الوعاء (أ) باليد أو باتصاله بجهاز ميكانيكى فتتحرك عناصر الخرسانة بداخله ويتسلط عليها الماء من حنفية عليا بقاع الخزان (ج) المجهز بمقياس يبين كمية الماء المنصرف و بذلك تبلل الخرسانة بانتظام . وعند ما يتم الخلط بالطريقة المذكورة تفرغ الخرسانة على سطح الطريق أو الأفريز الذى يراد رصفه .

ويلاحظ فى مثل هـذه الأجهزة أن تكون خفيفة ليسهل نقلها بسرعة فى جهات العمل المختلفة . ويمكن أن ترتكز على عجلات تسير بها فوق قضبان فى العمليات الكبيرة المتسعة النطاق .

(ب) جهاز كسر الخرسانة بواسطة الهواء المضغوط

Air-compressed concrete-breaker

هـذا الجهاز عبارة عن آلة حادة كالأزميل تتصل بمطرقة ترتفع وتنخفض بواسطة هواء مضغوط يصل إليها من الماكينة الضاغطة المبين رسمها فيما يلى عن طريق أنابيب متصلة بها : —



ماكينة الهواء المضغوط لكسر الخرسانة

فعند ماتدار هذه الماكينة ويوضع الأزميل على سطح الجزء الخرسانى الذى يقصد كسره يتحرك بسرعة ويؤدى الغرض بسهولة وباقتصاد فى الوقت والنفقة . ويظهر أثر هـذا الاقتصاد فى العمليات التى تتناول مساحات كبيرة . أما فى المساحات الصغيرة فقد يكون من الأوفر استخدام الأزمة فيها والكواسير واليد العاملة .

وهذا الجهاز يستعمل فى كسر كل أنواع الرصف المتينة كالمكادام والخرسانة والأسفلت. ويوضع لكل نوع أزميل خاص ليسهل بواسطته إجراء هذه العملية .

(٥) ماكينة خلط الأسفلت (Asphalt Machinery)

نظرا لأن هذا الجهاز كبير الحجم تتصل به ملحقات لتسخين القار ويحتاج لفراغ متسع توضع فيه المهمات التى يتكون منها مخلوط الأسفلت لذلك فأنه من الأعمـال الثابتة التى يخصص لها مقر مناسب بعيد بقدر الأمكان عن المساكن حرصا على عدم مضايقة السكان من استنشاق رائحة القار الساخن ورؤية الأتربة المتصـاعدة والتألم من حركة العمل وضجة العمال .

وحيث لا مفر من إقامة هذه الماكينات قريبا من المساكن يمكن منع تطاير الأتربة المتصاعدة منها بواسطة تحويل اتجاهها إلى أسفل وجمعها. كذلك فى الاستطاعة تكثيف البخار المتصاعد من الغلايات التى يسخن فيها القار فيمتنع انتشار رائحته . وقد سبق أن شرحنا كيفية استعمال هذه الماكينات فى فصل الأسفلت.

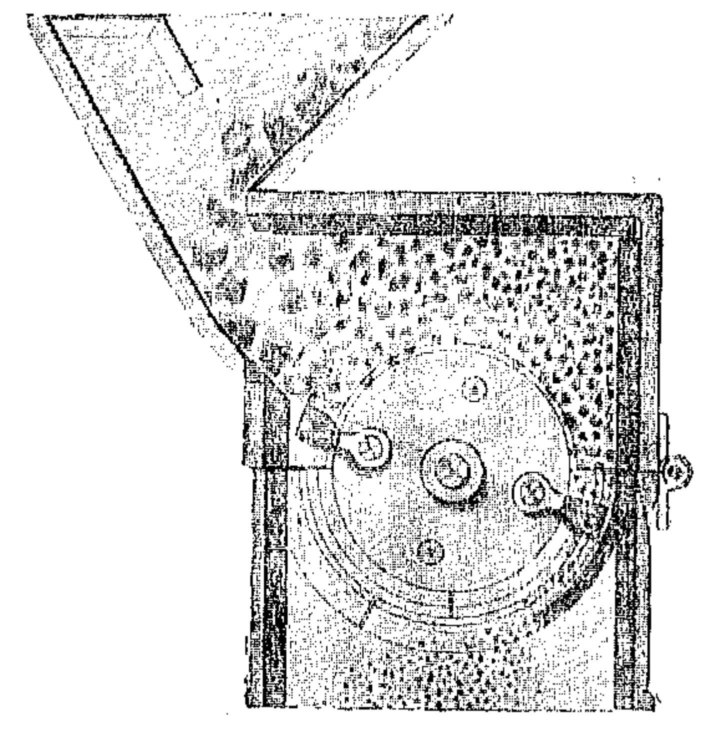
(٦) كسارات الأحجار (Rock Crushers)

عند ما دعت الحاجة إلى استعمال الأحجار فى الرصف بمقاسات مختلفة كان لابد من التفكير فى طريقة لتجهيزها طبقا للمواصفات المطلوبة لأن كسر الصخور بالألغام أو الأزمة أو غيرها من الآلات اليدوية لا يمكن أن يوصل إلى هذه الغاية بسرعة ودقة .

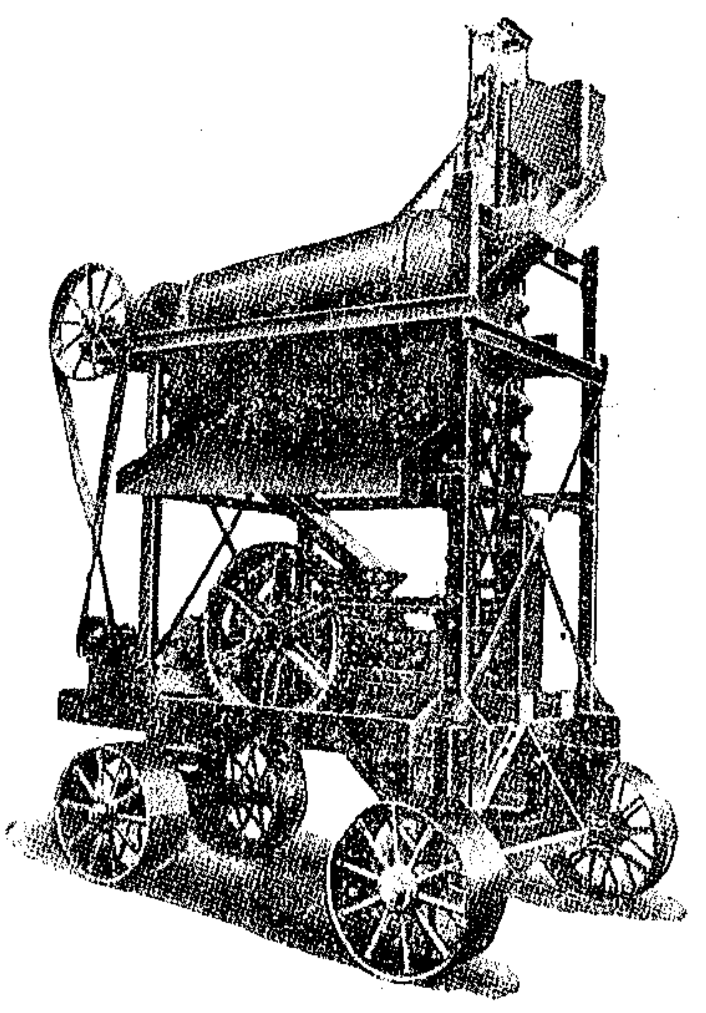
وقد هدى التفكير إلى استخدام كسارات حديثة تكسر فيها الأحجار إما بطريقة الضغط المتقابل فى اتجاهين متضادين مثل كسارة البندق وإما بتسليط مطارق hammers على الأحجار تضربها عدة ضربات فتتكسر ثم تمر إلى غرابيل ذات عيون مختلفة الاتساع وتنقل من كل منها بواسطة قواديس صغيرة إلى قادوس كبير يوضع من الجهاز فى ارتفاع يسمح لسيارة النقل أن تقف تحته لتفريغ حمولته فيها عند فتح قاعه . وبذلك تتم عملية التفريغ والنقل بسرعة .

والنوع الأول من هذه الكسارات يسمى (Jaw crushers) ويمكن الحصول منه على أحجار ذات مقاسات من ٦ إلى ١٥ سم . والنوع الثانى ذو المطارق (Hammer Crushers) هو الأكثر ذيوعا .

ويبين أحد الشكلين المرسومين فى الصفحة التالية قطاعا بالجزء الذى تتم فيه حركة كسر الأحجار بالكسارة . ويبين ثانيهما شكل الجهاز جميعه :—



قطاع يبين كيفية كسر الاحجار



كسارة الاحجار STONE CRUSHER

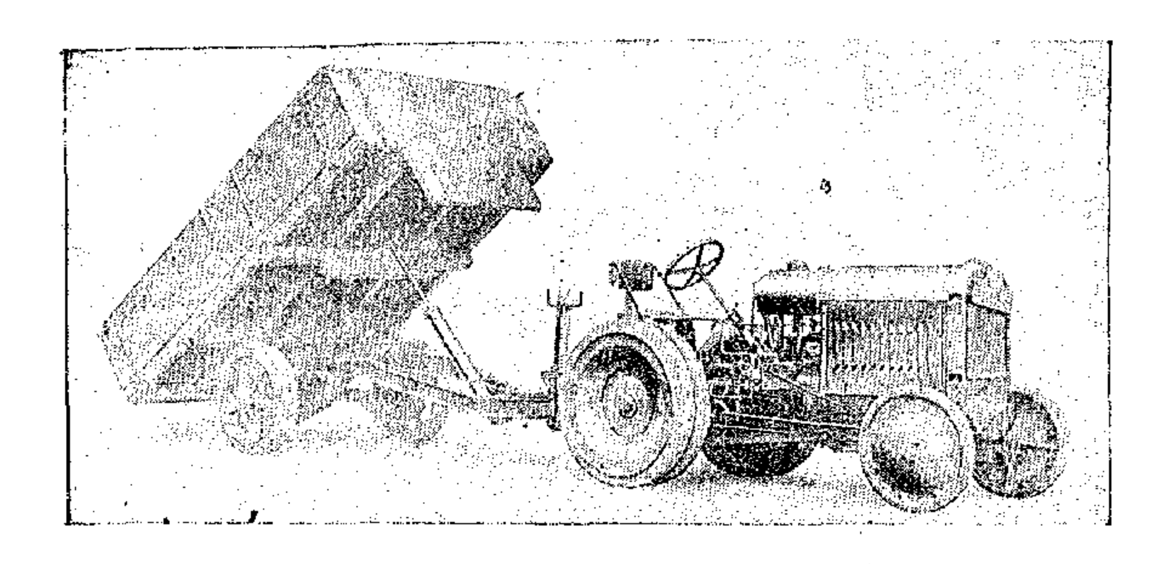
(٨) وسائل النقل الميكانيكى Mechanical Transport

يتوقف على سرعة الملء والتفريغ والنقل فى أعمال الطرق ضمان الاستفادة بالوقت والاقتصاد فى النفقات لأننا إذا تصورنا عددا كبيرا من العمال وبعض ماكينات دك الأسفلت مثلا تقف بلا عمل مدة من الزمن بشارع من الشوارع فى انتظار السيارات التى تنقل لها حمولة الأسفلت فأنه يظهر لأول وهلة مقدار الخسائر التى تلحق بالصالح العام من البطء والعطل والانفاق .

لذلك فقد لوحظ دائما أن يكون القادوس أو الوعاء الذى توجد به المواد المرغوب فى نقلها مرتفعا لدرجة تسمح لسيارة تقف تحته وتتلقى منه حمولتها التى تنزل إليها تحت تأثير ثقلها بمجرد فتح قاعه كما هو الحال فى ماكينات خاط الأسفلت أو كسارات الأحجار وغيرها .

كذلك تكون السيارة الملحقة بالقاطرة من النوع الذى يمكن فتح جوانبه كلها أو بعضها أو إمالتها إلى أحد الجانبين أو إلى الخلف لتفريغ حمولتها بدلا من تسلق العمال عليها وتفريغها باليد .

وفى الرسم التالى صورة إحدى السيارات مضطجعة إلى الخلف فى حالة التفريغ :—



سيارة نقل

وتدار ماكينات هـذه السيارات بالاحتراق الداخلى أو الـكهرباء أو البخار .

وأول هـذه الأنواع يوافق كل أحوال العمل بالقطر المصرى فى حين أن الثانى يفيد حيث تقتضى ظروف العمل تحريك الماكينة وإيقافها على التوالى فى فترات متقطعة لأنه من السهل إيقاف التيار فى حالة الانتظار وبذلك يمكن اقتصاد نفقات التيار فى فترة السكون .

أما النوع الثالث فأنه أرخصها وأكثرها احتمالا ولـكنه لا يفيد إلا حيث تقطع السيارة مسافات طويلة دون أن تقف فى أثنائها . ويجب أن يستخدم لهذا النوع بالذات سائق ماهر ليستطيع العمل على منع تصاعد الدخان الذى يكون فى كثير من الأحيان مثارا لشكوى المارة والقاطنين بالشوارع التى تمر فيها هذه الماكينات .

وتمتاز السيارات التى تتحرك بالبخار — كما دلت التجربة فى القاهرة — بأنها أرخص من غيرها بنحو ٣٠ ٪ ولا تحتاج فى صيانتها

الى نفقات تذكر وتعيش ضعف الزمن الذى يعيشه أى نوع آخر خلاف ماكينات البترول الغالية الثمن .

وكل يوم يأتى يجلب معه جديدا من الاختراعات الحديثة ولا يبعد أن تستحدث أنواع أخرى تفوق مايستعمل الآن من حيث السرعة والخفة وعدم زعزعة الطرق التى تسير عليها .

ونحن نرى فيما أوردناه الكفاية لاعطاء فكرة لمهندس الطرق عن كل ماله علاقة بعمله وتذليل صعوباته . ونرجو أن نكون قد وفقنا إلى ما أردناه من خير ؟